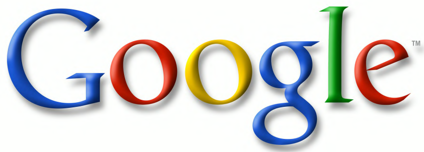
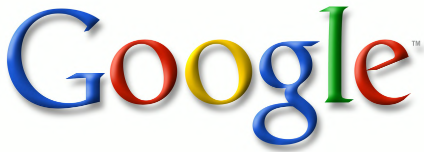








NOSTIQUE

RAINS.

ONNARD,

OYAL DES MINES.

Notre-Feuille, n. 8.

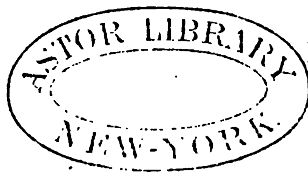


APERÇU GÉOGNOSTIQUE

DES TERRAINS.

PAR A.-H. DE BONNARD,

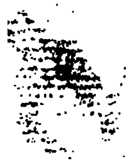
INGÉNIEUR EN CHEF AU CORPS ROYAL DES MINES,



PARIS.

CHEZ DETERVILLE, Libraire-Éditeur, rue Haute-Feuille, no. 8.

1819.



AVANT-PROPOS.

L'ESSAI géognostique suivant a été rédigé comme article du NOUVEAU DICTIONNAIRE D'HISTOIRE NATURELLE. Les nombreux renvois qui avaient été faits à l'article *Terrain*, dans tous les volumes précédens, ont obligé à lui donner une étendue qui peut paraître démesurée, relativement à sa destination, et que l'auteur n'a pas eu le temps de réduire.

En faisant tirer à part un petit nombre d'exemplaires de cet article, on ne veut rien changer à la forme qu'il a dans le corps de l'ouvrage dont il fait partie, cette forme pouvant seule faire excuser beaucoup de détails élémentaires, de renvois, d'omissions ou de répétitions, qui auraient été également déplacés dans toute espèce de *traité* ou de *mémoire*.

On croit devoir insérer ici quelques phrases extraites du texte même de l'ouvrage.

La détermination et la classification des terrains, qui peuvent être regardées comme l'objet principal de la Géognosie, n'ont encore été exposées, avec détail, dans aucun ouvrage français qui soit à notre connaissance; nous avons donc été obligé de tirer des ouvrages allemands, ou de nos propres observations, la plupart des indications qui nous ont servi à établir les relations des différens terrains entre eux. Il en résulte qu'une grande partie des exemples que nous citons, a rapport à des localités étrangères, et surtout à l'Allemagne. Nous avons cherché cependant à profiter des observations publiées par les minéralogistes français, particulièrement des voyages de Saussure, d'un assez grand nombre de mémoires insérés dans le journal et les annales des mines, ainsi que dans divers autres recueils périodiques, consacrés aux sciences; et relativement aux terrains tertiaires, nous avons pris pour guide l'Ouvrage classique de MM. Cuvier et Brongniart. Nous avons cherché aussi à mettre à profit les leçons orales de géognosie que nous avons eu le bonheur d'entendre, soit celles de Dolomieu et de Werner, soit celles de MM. Brongniart et Bronchant de Villiers.

Nous regrettons vivement que la partie géologique des voyages de M. de Humboldt, dont il n'a paru jusqu'à présent que quelques fragmens épars, ne soit pas encore publiée. Cet Ouvrage, qui enrichira sûrement la Géognosie, de beaucoup de faits intéressans et de rapprochemens lumineux, nous aurait sans doute fait faire de nombreuses corrections et additions, dans une esquisse dont nous sentons, mieux que personne, toute l'imperfection, et pour laquelle nous osons réclamer à-la-fois l'indulgence et la critique des minéralogistes.

APERÇU GÉOGNOSTIQUE DES TERRAINS.

TERRAIN. On désigne, sous ce nom, en géognosie, les gîtes généraux des substances minérales. *V.* GÎTE DE MINÉ-

RAUX), c'est-à-dire, les grandes masses minérales généralement répandues, et qu'on retrouve dans les différentes parties de la surface du globe, avec des caractères déterminés de composition et de gisement. Nous répéterons ici, pour éviter une fausse acception, que cette désignation a lieu, abstraction faite de toute forme extérieure des masses minérales, mais en les considérant seulement sous le double rapport de leur gisement et de leur composition; qu'ainsi, une montagne, une plaine, un groupe ou une chaîne de montagnes ou de collines, ne constituent pas des terrains, mais que chacune de ces parties de l'écorce solide du globe peut être formée par un seul ou par plusieurs terrains, selon la nature et la disposition des masses minérales qui entrent dans sa composition intérieure.

INTRODUCTION.

DES TERRAINS CONSIDÉRÉS EN GÉNÉRAL, DE LEUR STRUCTURE, ET DE LEUR COMPOSITION.

L'observation et l'étude des formes extérieures de la surface du globe, sont particulièrement du ressort de la *géographie physique*; l'étude des terrains est le principal objet de la *géognosie*. Ces deux genres d'étude ont entre eux des rapports qui ne sont pas sans intérêt, et sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure. Mais, quels que puissent être ces rapports, il faut commencer par reconnoître que la structure des terrains est totalement différente de la structure extérieure du sol, et qu'on ne peut la déterminer que par l'*observation intérieure* (si l'on peut s'exprimer ainsi) des masses minérales. L'examen attentif des rochers, des escarpemens de toute espèce, des bords des torrens ou des ravins, des carrières, des excavations souterraines creusées pour l'exploitation des mines, est le seul moyen que nous ayons pour reconnoître la structure comme la nature des terrains.

En examinant une masse minérale, mise à découvert par un escarpement ou une excavation quelconque, on voit que cette masse est en totalité de nature uniforme, ou qu'elle est de nature variée. Dans ce dernier cas, on dit que la masse minérale est *composée*. Dans le premier cas, au contraire, ou

dit que sa composition est *simple*, quoique la roche qui la constitue soit souvent formée elle-même par l'agrégation de plusieurs substances minérales ; mais, dans l'étude des terrains, on n'observe jamais qu'en grand, et chaque roche, qu'elle soit simple ou composée en petit, est considérée comme une seule substance.

Dans une masse minérale composée, les limites entre les différentes masses partielles qui la composent, sont ordinairement des surfaces parallèles entre elles, tantôt planes, tantôt courbes, mais, dans ce dernier cas, affectant une telle courbure, qu'on puisse toujours y appliquer une ligne droite dans un certain sens. Dans une masse minérale simple, il existe aussi, le plus souvent, des séparations analogues qui la divisent en masses partielles, superposées et parallèles les unes aux autres. Cette disposition est ce qu'on désigne par le mot de *stratification*, et les différentes masses partielles, ainsi appliquées l'une sur l'autre, sont appelées des *couches*. La substance composante de chaque couche est ce que nous avons désigné sous le nom de *roche*. Ainsi reparoît ici la distinction que nous avons établie, dans un article précédent, entre les *roches* et les *terrains*.

La structure des terrains est donc ordinairement une *structure stratifiée* ou *par couches*. On reconnoît cette structure, dans un escarpement quelconque, en observant une série de fissures parallèles entre elles, qui sont les lignes d'intersection des plans de jonction des couches avec le plan de l'escarpement. Ces *fissures de séparation* ne doivent pas être confondues avec les *fentes* qui traversent les couches et qui, étant quelquefois en assez grand nombre et parallèles entre elles, pourroient occasioner une méprise à cet égard, si l'on n'observoit pas avec quelque attention. *V.* FENTE.

La stratification des terrains est plus ou moins distincte, plus ou moins bien prononcée. Quelquefois les couches sont très-minces et très-multipliées, quelquefois elles sont très-épaisses ; quelquefois chacune des couches présente une structure intérieure semblable à celle du terrain, et elle se divise en plusieurs *assises* ; dans certains terrains, les couches ou les assises se subdivisent, de la même manière, en *feuillets* plus ou moins nombreux, plus ou moins minces : c'est le cas que présentent les couches formées de roches à structure feuilletée. *V.* ROCHE, ROCHES FEUILLETÉES, ROCHES SCHISTOÏDES. Dans les terrains à couches épaisses, au contraire, les fissures de séparation, peu nombreuses, sont aussi peu distinctes. Quelquefois enfin on ne peut pas observer de stratification.

Les couches sont, en général, considérées comme autant de dépôts successifs qui se sont faits au fond d'un liquide, lors de la formation des masses minérales (Nous ne prétendons rien préjuger, par cette supposition, relativement au mode de dissolution *igné* ou *aqueux*, qui, d'après les différens systèmes géologiques, a précédé le dépôt des terrains anciens; (*V.* Géologie) ; notre seul but est d'exposer des faits : nous n'employons et nous n'employerons, dans le cours de cet article, les mots de *liquide*, de *dissolution*, de *précipitation*, etc., que quand ils nous paroîtront nécessaires à l'intelligence de ces faits que nous voulons faire connoître, et ce sera toujours sans attacher la moindre importance aux idées systématiques ou théoriques auxquelles nos expressions sembleront se rattacher). Ainsi, les couches inférieures sont regardées comme plus anciennes que celles qui les recouvrent, et cette considération est la principale base de l'opinion que l'on doit se former sur l'antériorité ou l'âge relatif des divers terrains. Il semble que de tels dépôts n'ont pu avoir lieu que sur une surface horizontale ou peu inclinée, et cependant on connoît beaucoup de terrains disposés en couches très-inclinées ou même à peu près verticales. Cette disposition paroît un indice certain de grandes révolutions que les couches ont éprouvées postérieurement à leur formation. On observe souvent aussi que les couches les plus horizontales tendent à se relever un peu d'un côté, et ce relèvement a lieu, en général, du côté du terrain sur lequel les couches paroissent avoir été déposées.

La plus grande partie des couches présente des surfaces de séparation planes, mais en il est aussi qui sont plus ou moins contournées; quelquefois même ces contournemens sont multipliés, et la stratification est véritablement *tourmentée*, sans qu'on aperçoive de rupture à aucune des flexions des couches. Le terrain houiller offre des exemples frappans et nombreux de ce genre de structure ; le calcaire secondaire ancien, dit *calcaire du Jura*, présente aussi des contournemens remarquables, mais moins multipliés. Ce contournement en grand des couches ou des terrains n'a rien de commun avec le contournement en petit qu'affectent fréquemment les *feuillets* d'une même couche. Souvent, dans ce dernier cas, la couche est plane, quoique ses feuillets soient ondulés ou *sinueux;* c'est ce qu'on observe dans certains gneiss et micaschistes. Dans le premier cas, au contraire, les couches contournées sont composées de feuillets parallèles au plan des couches.

On doit observer, dans les terrains en couches : 1.° la *direc-*

tion des couches, c'est-à-dire la ligne d'intersection du plan de la couche avec un plan horizontal : cette direction est assez ordinairement constante dans une même chaîne de montagnes, et souvent parallèle à la direction générale de la chaîne; 2.° l'*inclinaison* des couches, c'est-à-dire leur ligne de plus grande pente, le point de l'horizon vers lequel cette ligne se dirige, et l'angle qu'elle fait avec un plan horizontal. L'observation exacte de cette inclinaison sert à reconnoître sur quel terrain repose le terrain qu'on observe, et quels sont les terrains qui le recouvrent. En général, les terrains à couches horizontales ou à peu près paroissent recouvrir les terrains à couches très-inclinées, et être par conséquent de formation postérieure à ceux-ci ; mais cette règle souffre des exceptions. Ainsi, le granite, qui est regardé comme le plus ancien de tous les terrains, se présente assez souvent en couches horizontales. 3.° L'épaisseur ou la *puissance* des couches. On nomme *toit* leur paroi supérieure, et *mur* ou *chevet* leur paroi inférieure : quelquefois ces deux parois se rapprochent et s'éloignent l'une de l'autre à plusieurs reprises, et la couche éprouve des *étranglemens* et *renflemens* successifs. 4.° L'*étendue* des couches dans le sens de leur direction et dans le sens de leur inclinaison, ou leurs *limites* en longueur et largeur; mais ces limites peuvent rarement être clairement reconnues : souvent les couches s'amincissent et disparoissent en *forme de coin*, selon l'expression usitée dans la géognosie allemande; souvent aussi elles se mélangent, dans une certaine partie de leur étendue, de minéraux étrangers qui changent la nature des roches qui les constituent, de sorte qu'on ne les reconnoît plus. La véritable limite des couches est celle des terrains dont elles font partie, limite importante à observer, mais que la nature offre rarement l'occasion d'apercevoir.

Lorsqu'une masse minérale est *composée* de couches de diverse nature, on distingue les couches qui la constituent essentiellement, et celles qui n'y sont qu'accidentelles: celles-ci sont particulièrement désignées sous le nom de *bancs* (*lager*). Les minéralogistes allemands nomment *bancs subordonnés* ceux qui se rencontrent assez ordinairement dans un terrain, et *bancs étrangers* ceux qui semblent ne s'y trouver que par hasard. On peut comparer, avec quelque justesse, ces bancs *subordonnés* et *étrangers* aux parties *accessoires* et *accidentelles* des roches considérées en petit (*V.* Roche). Quand un terrain est essentiellement composé de couches de nature différente, M. Brongniart propose de donner à ces couches le nom de *lits*.

Dans les formations *composées*, on observe quelquefois une

certaine constance dans le retour successif des couches de différente nature, ou de différentes variétés d'une même nature de couches. Les dimensions de ces couches se représentent aussi, en général, avec assez de régularité. Ce retour périodique est surtout remarquable dans les terrains houillers; on le remarqueroit sans doute dans beaucoup d'autres terrains, s'ils étoient observés avec assez de soin sous ce rapport. Dolomieu a appelé, le premier, l'attention des géologues sur ce fait important, par l'examen duquel il avoit été conduit à son hypothèse du retour périodique de grandes marées de sept à huit cents toises de hauteur (*Voyez* GÉOLOGIE.).

Nous avons dit que certains terrains ne présentoient aucune stratification au moins apparente : on dit de ces terrains que leur structure est *massive*. Tels paroissent être souvent le porphyre et le granite; mais souvent aussi l'on peut penser que la stratification n'est pas visible, parce que les couches sont très-épaisses, et que l'escarpement qu'on observe n'est pas assez considérable pour mettre à découvert leurs fissures de séparation.

Parmi les terrains à structure *massive* et même parmi ceux qui sont *stratifiés*, il en est qui présentent quelquefois aussi une structure *pseudo-régulière*, soit *en boules* plus ou moins volumineuses, soit *prismatique*, soit *rhomboïdale*. La structure en boules semble souvent être un produit de la force d'attraction qui, lorsque les circonstances lui sont tout-à-fait favorables, produit des cristaux réguliers. Les structures prismatique et rhomboïdale sont ordinairement le résultat d'un retrait particulier propre à certaines roches, et que plusieurs minéralogistes regardent aussi comme ayant une connexion plus ou moins éloignée avec la cristallisation (*V.* FENTE). Le granite, le porphyre, le basalte présentent assez souvent la structure en boules; le basalte, le porphyre, la marne, le gypse, etc., affectent la structure prismatique; le schiste, le pétrosilex, le quarz, le grès, etc., montrent quelquefois une structure rhomboïdale. Au reste, plusieurs de ces derniers exemples doivent être considérés comme ayant plutôt rapport à la structure des *roches* qu'à celle des *terrains*.

Mais il n'en est pas ainsi d'un genre de structure particulier aux terrains volcaniques, et qu'on peut appeler structure *en coulée*. Ici, la disposition est propre à la masse minérale entière qui a coulé sur le flanc du volcan, à partir de la bouche qui l'a vomie. C'est une espèce de conoïde imparfait, aplati dans le sens de son axe, et formé d'une masse qui, s'étant solidifiée plus ou moins lentement dans ses différentes

parties, présente, entre ces parties, quelques différences de grain et de porosité. Une coulée n'offre point d'indices de couches dans son intérieur ; mais souvent plusieurs coulées successives, sorties de la même bouche, se recouvrent en partie l'une l'autre.

Au reste, il existe des terrains regardés comme volcaniques, et qui présentent une stratification très-régulière, ce qui a contribué, pendant long-temps, à empêcher de reconnoître leur nature (*V.* VOLCAN).

Après les indications qui précèdent, relatives à la structure de chaque terrain considéré seul, il seroit convenable d'exposer les rapports de structure des terrains entr'eux. Ce genre de considération est très-important, pour la détermination de l'ancienneté relative des diverses formations ; mais comme nous en en avons parlé, au mot *Gisement*, avec le peu de détail que nous paroît comporter un ouvrage de la nature de celui-ci, nous croyons devoir renvoyer à ce qui en a été dit (*V.* GISEMENT).

Nous venons d'annoncer qu'il existoit souvent de certains rapports entre la structure des terrains et la forme extérieure du sol. Nous avons traité, au mot *gisement*, de ceux de ces rapports qu'il est nécessaire d'étudier, pour donner des notions suffisantes sur la disposition des terrains : nous nous bornerons ici à exposer quelques conséquences générales auxquelles les observations de ce genre peuvent conduire, et qui sont particulièrement relatives à la configuration de la surface de la terre.

Les plaines sont ordinairement formées de terrains à couches horizontales ou très-peu inclinées. Il en est de même pour les collines peu élevées et peu rapides.

Les montagnes à croupes arrondies sont encore, le plus souvent, formées de couches presque horizontales et peu solides, ou de terrains mal stratifiés et dont les roches composantes sont sujettes à se désagréger facilement par les influences atmosphériques. Dans ce dernier cas se trouvent la plus grande partie des montagnes granitiques du centre de la France, des Vosges, de Cornouaille, de Saxe et de Bohème, etc.

Les terrains à couches horizontales et très-solides constituent souvent des montagnes à cimes aplaties, et bordées, sur leurs flancs, d'un assez grand nombre d'escarpemens à pic. Cette forme provient de ce que les ruptures que ces terrains ont éprouvées, postérieurement à leur formation, ont eu lieu perpendiculairement au plan des couches. Telles sont les

étant attribuée au feu par les uns et à l'eau par les autres, sont formés de *basalte* et d'autres roches assez analogues au *trapp* des Suédois, plusieurs minéralogistes ont proposé de les réunir dans une classe particulière, sous le nom de *terrains trappéens* ou *terrains basaltiques*; mais ils forment seulement, dans la classification de Werner, la subdivision de la classe des *terrains à couches*, désignée sous le nom de *terrains de trapp secondaires.* Quelques géologues ont cru devoir comprendre encore beaucoup d'autres terrains parmi les *terrains volcaniques.* Les uns, tels que M. Patrin, rangent, sous ce nom, tous les terrains formés de roches amygdaloïdes, et la plus grande partie des terrains secondaires, spécialement les terrains houillers (*Voy.* l'exposition de son système, à la fin de l'article GÉOLOGIE); d'autres, comme MM. Hütton et Playfair, Breislack, etc., regardent presque tous les terrains primordiaux comme des produits du feu; mais, dans cette dernière théorie, la classe volcanique s'étend tellement, qu'elle n'existe plus comme classe.

Tels sont les principaux groupes que la plus grande partie des géologues admettent aujourd'hui, dans la classification des terrains; mais les limites de ces groupes sont souvent très-difficiles à reconnoître, et tel terrain est rangé quelquefois, par des observateurs différens, dans des classes différentes, selon les circonstances dans lesquelles on a pu l'étudier. Dans la description abrégée que nous ferons successivement des différentes classes, nous aurons occasion de reconnoître plusieurs fois cette difficulté et cette incertitude; nous les reconnoîtrons encore plus fréquemment pour la distinction des différens terrains d'une même classe. C'est en effet une erreur bien réelle, que l'opinion qui, supposant à chacun de tous ces terrains des caractères qui lui sont propres, admet entre eux tous une distinction nette et facile à saisir: il n'en est pas ainsi. Dans la formation des couches qui constituent l'écorce du globe, il semble que la nature ait travaillé d'une manière à peu-près continue; et pour les différences qui, au premier aperçu, paroissoient les plus tranchées, une observation attentive fait bientôt reconnoître des nuances intermédiaires qui comblent les distances qu'on avoit cru apercevoir. Celui de tous les caractères qui semble le plus saillant et le plus décisif, l'existence ou la non-existence de fragmens de roches plus anciennes ou de débris de corps organisés, est lui-même sujet à ces nuances intermédiaires qui produisent l'incertitude. Il est presque impossible de reconnoître, pour plusieurs roches, si elles renferment des fragmens, ou si toutes leurs parties sont de formation

simultanée ; et quant aux fossiles, on en trouve des indices si rares et quelquefois si peu distincts dans les premiers terrains qui paroissent en contenir, et l'avancement de la science a fait remonter, depuis peu, la connoissance de ces indices jusqu'à des terrains d'une époque si reculée dans l'ordre des formations, que l'on conçoit chaque jour de nouveaux doutes, relativement à l'endroit où l'on doit faire finir la première classe et commencer les classes qui la suivent. Il en est de même, à plus forte raison, pour les caractères qui distinguent ces dernières classes, et pour ceux qui distinguent les terrains entre eux; et d'ailleurs, un fait particulier relatif à chaque terrain, quelle que soit sa certitude, ne devient qu'un indice plus ou moins probable, quand on veut le faire servir à établir un fait général; et les observations locales qui méritent confiance sont encore si peu nombreuses, que la description générale des terrains, telle qu'on peut la présenter aujourd'hui, ne doit être regardée que comme un recueil de probabilités plus ou moins incertaines, mais qui sont toujours importantes à connoître, soit pour la géognosie, soit pour l'art des mines, soit pour les autres arts qui tirent de la géognosie un secours plus ou mois direct (*Voy.* Géognosie).

Les documens nécessaires à recueillir dans l'étude des terrains, pour parvenir à les classer dans un ordre géognostique, ont particulièrement rapport au *mode de gisement* de ces terrains, à leur *structure*, à leur *nature* et à leur *composition.* Nous avons donné, à l'article Gisement, les indications générales relatives au premier genre de ces documens; ceux du second genre ont été indiqués dans l'introduction du présent article; enfin ce qui a rapport à la *nature* des terrains a été exposé, soit (considéré en grand) dans cette même introduction, soit (considéré en petit) dans l'article Roche. Il nous reste seulement à dire quelques mots sur les caractères tirés des fossiles, non plus pour séparer les terrains secondaires des primordiaux, mais pour distinguer entre eux les différentes espèces de terrains secondaires.

Ce n'est que depuis peu d'années, qu'on a commencé à donner à l'étude de ces caractères toute l'attention qu'elle mérite. Avant la fin du dernier siècle, on ne recueilloit les fossiles que par curiosité; long-temps même on avoit douté de leur existence réelle dans les terrains, et Voltaire a fait, avec beaucoup d'esprit, de très-mauvais raisonnemens, pour tourner en ridicule ceux qui *croyoient aux fossiles.* Il étoit sans doute loin d'imaginer que, peu d'années après lui, ce seroient son opinion et sa théorie qui sembleroient bien ridicules

aux personnes qui auroient pris la peine d'observer la nature.

Depuis vingt ans, les travaux d'un grand nombre de savans, particulièrement de MM. Blumenbach et de Schlottheim, en Allemagne, et surtout ceux de MM. Cuvier et Brongniart, en France, ont ouvert un nouveau champ aux observations géognostiques, en faisant connoître que les corps organisés, dont les restes se trouvent enfouis dans les couches du globe, sont, en général, différens des êtres qui vivent aujourd'hui; qu'il existe aussi ordinairement des différences sensibles entre les fossiles qu'on trouve dans les terrains différens, et quelquefois une constance également remarquable dans ceux du même terrain; enfin que le manque d'analogie, entre les êtres vivans qui peuplent la surface du globe et ceux dont on observe les vestiges à l'état fossile, est d'autant plus grand, que les terrains où ces vestiges se rencontrent, paroissent plus anciens dans l'ordre général des formations. Parmi ces fossiles, ceux qui se montrent dans les terrains les plus anciens sont quelques empreintes végétales, plusieurs madrépores, des empreintes d'animaux inconnus que l'on croit devoir rapporter à l'ordre des crustacés, que l'on a désignés sous le nom de *trilobites* ou d'*entomolithes*, et dont M. Brongniart a fait nouvellement deux genres, sous les noms de *calymène* et d'*ogygie*, et certains testacés, tels que les orthocératites, quelques ammonites et quelques térébratules; paroissent ensuite d'autres testacés, et des débris de poissons, nombreux seulement dans certaines localités; puis les testacés deviennent de plus en plus multipliés, et on trouve quelques débris d'amphibies; enfin, ce n'est que dans les terrains les moins anciens que l'on rencontre, toujours avec des testacés très-abondans, quelques débris de mammifères; car ceux qu'on a cités comme provenant de terrains antérieurs, ont été trouvés dans des cavernes, et ne faisoient point partie des couches du sol. Les débris d'oiseaux et d'insectes sont extrêmement rares. Parmi les mammifères, on ne connoît aucun débris appartenant à l'ordre des singes, ni à l'espèce humaine, excepté dans les terrains d'attérissement les plus modernes, semblables à ceux qui se forment tous les jours. Ce n'est aussi que dans les terrains les plus modernes, qu'on trouve certaines espèces de coquilles, ou quelques débris de palmiers, dont on croit connoître des analogues, existans aujourd'hui, ordinairement dans des localités plus ou moins éloignées; mais encore la plupart de ces analogies sont douteuses. Tous les autres fossiles se rapportent à des espèces, ou même à des genres d'animaux ou de végétaux, qui semblent entièrement détruits.

Parmi ces débris d'êtres organisés, ceux qui se rencontrent par familles, c'est-à-dire, dont telle classe ou tel genre ou même telle espèce est propre à tel ou tel terrain, et qui semblent ordinairement avoir vécu dans le lieu où leurs dépouilles existent, peuvent, par conséquent, servir à faire reconnoître ce terrain ; à cet égard, l'étude des fossiles est déjà d'un grand intérêt en géognosie, et elle peut devenir d'un intérêt plus grand encore, lorsqu'il sera possible d'en déterminer exactement les espèces (car certains genres de coquillages, les térébratules et les ammonites par exemple, se rencontrent dans une longue série de terrains d'ancienneté très-différente); mais cette détermination des *espèces* présente des difficultés telles, qu'on n'a pu parvenir à les vaincre jusqu'à présent, dans le plus grand nombre des cas.

D'ailleurs, quelle que soit l'importance du caractère que peuvent fournir les fossiles, il faut se garder de lui en donner une plus grande encore. Dans les contrées rapprochées l'une de l'autre, l'identité ou la différence bien reconnue des pétrifications d'une couche peut faire présumer, avec quelque certitude, que cette couche appartient dans deux endroits au même terrain; mais déterminer une analogie semblable entre deux contrées extrêmement éloignées, par la seule analogie de quelques fossiles, ou plutôt encore déterminer, dans le même cas, une différence entre deux terrains, par la différence des fossiles qu'ils renfermeroient, paroîtroit une conclusion trop précipitée. On sait que les animaux et végétaux, qui existent aujourd'hui sur la surface du globe et dans les mers, ne sont pas les mêmes dans les différentes parties du monde, et il seroit au moins imprudent de décider, *à priori*, que la différence, qu'on reconnoît actuellement, n'existoit pas dans les temps antérieurs aux catastrophes qui ont enfoui les animaux anciens.

Dans l'état actuel de nos connoissances, il paroît donc convenable de déterminer les terrains, surtout par les circonstances de gisement, et de s'appliquer ensuite à bien déterminer les fossiles que ces terrains renferment, afin de se procurer, pour la distinction des terrains, des caractères de plus, et pour pouvoir donner aux échantillons de roches un des caractères géognostiques du terrain dont ils proviennent.

Avant de quitter les fossiles, il convient de rappeler ici la distinction qui vient d'être établie, depuis plusieurs années, particulièrement par M. Brongniart, entre les terrains qui renferment des débris d'animaux appartenant à des genres dont les espèces aujourd'hui existantes vivent dans l'eau douce, et ceux contenant des genres de fossiles dont les es-

Neuvième Classe. — Terrains dont l'origine ignée ne peut être douteuse, et dont les analogues se forment sous nos yeux, soit par l'action du feu des volcans, soit par celle d'autres feux souterrains. On peut les nommer *terrains pyrogènes*.

Dans cette division il n'est pas question des terrains de transport, parce qu'il y en a dans tous les groupes, dont ils forment des subdivisions désignées, par M. Brongniart, sous le nom de *terrains clastiques*.

En comparant cette classification avec celle dont nous avons indiqué plus haut les principes généraux, on voit que le premier groupe de M. Brongniart répond à la classe des *terrains primordiaux*, telle que nous l'avons établie ; les 2.e et 3.e classes font partie des *terrains intermédiaires ;* les 4e. et 5.e composent la classe des *terrains secondaires ;* les 6.e et 7.e groupes sont formés par les terrains qu'on a séparés de la classe précédente, sous le nom de *terrains tertiaires ;* enfin nous avons déjà indiqué les 8.e et 9.e groupes, comme distingués par certains minéralogistes, et comme confondus par d'autres sous le nom de *terrains volcaniques*.

Il y auroit, sans doute, plusieurs observations à faire au sujet du projet de classification de M. Brongniart, s'il étoit présenté comme définitif. Le terrain houiller, par exemple, et le terrain de *grès rouge*, ne paroissent pas y avoir une place bien déterminée. De plus, les terrains d'eau douce, qui forment la huitième classe, devroient peut-être plutôt, de même que les terrains clastiques, être répandus dans un certain nombre de groupes, si, comme plusieurs observations semblent le faire présumer, ce mode de formation des terrains s'est représenté, à plusieurs reprises, dans la série des dépôts qui ont constitué le sol de notre globe, etc., etc. Mais le doute modeste avec lequel l'auteur a présenté cette division, *plutôt comme exemple de l'application des principes qu'il a exposés que comme projet réel de division*, et le peu de détails qu'il a donné sur la composition de chacune de ces classes, ne permettent pas de chercher à en faire une critique raisonnée. Il nous semble convenable de reconnoître seulement quelques coupes heureusement faites dans les anciennes classes.

Dans une *esquisse géognostique de la France, de l'Angleterre et d'une partie de l'Allemagne et de l'Italie*, publiée à Berlin en 1816, MM. de Raumer et d'Engelhardt divisent les terrains qu'ils ont à décrire, en cinq groupes ou formations générales.

Le premier groupe comprend tous les terrains des deux classes *primordiale* et *intermédiaire*. Un appendice à ce premier groupe classe, d'une manière particulière, les terrains

des trois grandes chaînes des Pyrénées, des Alpes et des Ardennes (celle-ci prolongée jusqu'au Hartz), chaînes dans lesquelles, à tous les terrains du premier groupe, se trouvent réunis des terrains houillers, gypseux et salifères, et où la structure des montagnes paroît différente de celle des autres contrées décrites, en ce que tous les terrains se prolongent suivant des lignes droites parallèles entre elles, tandis que partout ailleurs les terrains les plus anciens forment des noyaux enveloppés par les terrains les plus modernes.

Le 2.ᵉ groupe est désigné sous le nom du *grès rouge* qui en forme la masse principale, et auquel le calcaire alpin est subordonné, ainsi que des terrains houillers, des gypses, des sels-gemmes, des porphyres, des trapps, etc.

Le 3.ᵉ groupe est celui du *calcaire coquillier*.

Le 4.ᵉ groupe, désigné sous le nom de formation de *craie et de sable*, comprend la craie et les terrains qui lui sont superposés.

Le 5.ᵉ groupe, enfin, comprend les terrains désignés par Werner sous le nom de *trapps secondaires*, et que beaucoup de minéralogistes regardent comme ayant une origine volcanique.

Cette esquisse de classification est présentée, par MM. de Raumer et d'Engelhardt, comme la seule qui puisse concilier les résultats de toutes les observations qu'ils ont été dans le cas de faire ou de recueillir. Nous ne doutons pas qu'elle ne soit fondée, et sur des observations exactes, et sur des rapprochemens ingénieux, comme on est en droit de l'attendre de ses auteurs : mais les unes et les autres ne nous sont pas connues en détail ; le résultat ne paroît pas en avoir été adopté par d'autres minéralogistes ; il nous paroîtroit même ne pouvoir pas l'être sans des modifications importantes. C'est pourquoi, tout en reconnoissant l'incertitude de plusieurs des divisions sur lesquelles l'ancienne classification est fondée, comme elle est encore généralement suivie, nous la suivrons aussi, et nous chercherons seulement à profiter, pour les subdivisions des classes, des idées émises par MM. de Raumer et d'Engelhardt, comme de celles qui ont été émises par M. Brongniart.

Les véritables *espèces géognostiques* qu'on cherche à établir, d'après l'ordre de l'ancienneté présumée, dans les grandes classes de terrains, telles que nous venons de les indiquer, sont ce qu'on appelle, en géognosie, des *formations* (*V.* ce mot). Sous plusieurs rapports, l'usage donne à ces deux mots, *formation* et *terrain*, une signification sembla-

comme moins anciens que lui. Il est à remarquer que cette extension locale des terrains a lieu, en général, si l'on peut s'exprimer ainsi, seulement aux dépens des terrains supérieurs, ou plus modernes.

Les différentes séries présentent entre elles, à presque toutes les époques, des liaisons, des passages plus ou moins marqués; mais la précipitation des terrains moins anciens devient, en général, de plus en plus confuse. A des époques déterminées, plusieurs séries se mêlent et se fondent l'une dans l'autre, de manière que dans les classes de terrains les plus modernes, nous ne retrouverons presque plus que les trois grandes séries établies par Werner.

Nous prendrons, en général, pour bases de nos divisions et subdivisions, celles qui ont été déterminées par Werner et par ses nombreux disciples, en indiquant les additions et modifications que, d'après l'état actuel des connoissances ou d'après nos propres idées, il nous paroîtra nécessaire de faire à la méthode de l'illustre chef de l'école allemande.

La détermination et la classification générale des terrains n'ont encore été traitées, avec détail, dans aucun ouvrage français qui soit à notre connoissance; nous serons donc obligés de tirer des ouvrages allemands ou de nos propres observations, la plupart des indications qui nous serviront à établir les relations des différens terrains entre eux. Il en résultera qu'une grande partie des exemples que nous citerons, auront rapport à des localités étrangères, et surtout à l'Allemagne. Nous chercherons cependant à profiter des observations publiées par les minéralogistes français, particulièrement dans les voyages de Saussure, qui ne peuvent être trop étudiés, et dans le Journal des mines. Nous chercherons aussi à mettre à profit les leçons orales de géognosie que nous avons eu le bonheur d'entendre, soit celles de Dolomieu et de Werner, soit celles de MM. Brongniart et Brochant-de-Villiers.

Nous regrettons vivement que la partie géologique des voyages de M. de Humboldt ne soit pas encore publiée: cet ouvrage, impatiemment attendu par tous les amis des sciences, et dont il n'a paru que quelques fragmens, dans différens recueils périodiques, enrichira sûrement la géognosie de beaucoup de faits intéressans et de rapprochemens lumineux. Il nous auroit sans doute fait faire de nombreuses corrections et additions, dans le tableau suivant, dont nous sentons vivement toute l'imperfection, et pour lequel nous osons réclamer à-la-fois et l'indulgence et la critique des lecteurs.

PREMIÈRE CLASSE.

TERRAINS PRIMORDIAUX.

Le caractère distinctif des terrains de cette classe est de ne contenir aucun fragment de terrains antérieurs, et aucun vestige de corps organisés.

Les roches qui constituent les terrains primordiaux sont formées, en général, de minéraux durs, particulièrement de quarz, de feldspath, d'amphibole. Ils renferment aussi du mica en très-grande quantité, du talc et du calcaire. Ces roches sont, pour la plus grande partie, éminemment cristallines; cependant les formations les moins anciennes des terrains primordiaux contiennent des roches dont la cristallisation est devenue extrêmement confuse, et qui passent aux roches de sédiment. Ils constituent les chaînes des hautes montagnes, et une partie des sommités les plus élevées du globe; on les retrouve aussi aux points les plus profonds où l'homme ait pu atteindre; ils sont toujours recouverts par les autres terrains que nous connoissons, et ne les recouvrent jamais. Ils sont donc les plus anciens de tous les terrains connus. C'est de cette relation d'ancienneté que leur nom tire son origine. Nous avons préféré ce nom de *primordiaux* à celui de *primitifs* qui leur est plus généralement donné, parce que ce dernier nom semble indiquer une antériorité trop absolue, et parce que rien ne nous dit qu'il n'y ait pas, au-dessous des terrains primordiaux, d'autres terrains, d'une nature entièrement différente, et qui nous sont restés inconnus jusqu'à ce jour.

M. de Humboldt a remarqué, dans l'Amérique méridionale (*Journal de physique*, tome 53), que plus on approchoit de l'équateur, et plus les couches secondaires devenoient minces, de sorte que les montagnes et les plaines situées sous la ligne ou à une latitude peu considérable, étoient entièrement formées de terrains primordiaux. Il seroit bien intéressant, pour la géognosie, de reconnoître si le même fait se présente en Afrique (l'Afrique et l'Amérique méridionale étant les seuls continens traversés par l'équateur). Dans le cas de l'affirmative, cette circonstance paroîtroit liée à la rotation du globe.

Les terrains de cette classe, constituant souvent des montagnes élevées, sont alors d'un abord difficile. Ceux d'entre eux qui sont distinctement stratifiés, présentent en général des couches à structure feuilletée, très-fortement inclinées, ce qui contribue à la forme escarpée d'un grand nombre de sommités: il en résulte que l'étude de ces terrains et la détermination de leurs rapports entre eux présentent

tion. Enfin, nous ferons observer que la présence de l'amphibole est quelquefois un caractère empirique assez bon, pour reconnoître le peu d'ancienneté relative du granite qui en renferme. On ne peut pas décider qu'un granite appartient à la plus ancienne formation, parce qu'il ne contient pas d'amphibole, car beaucoup de granites des formations plus récentes sont dans ce cas; mais quand l'amphibole existe dans le granite en quantité notable, sa présence indique une tendance de ce granite à passer à la syénite, et doit faire présumer une époque de formation qui se rapproche de celle de la roche à laquelle il passe, époque par conséquent bien postérieure à celle des plus anciens terrains primordiaux.

Nous reconnoîtrons provisoirement trois formations générales de terrains de granite, en classant dans la troisième formation les granites de différentes localités qui semblent présenter des caractères particuliers.

Première formation.

TERRAIN DE GRANITE ANTÉRIEUR AU GNEISS.

C'est, ainsi que nous l'avons dit, la seule formation qui ait été reconnue pendant long-temps, et nous devons encore la regarder comme la principale. Le granite en est la roche dominante, et même souvent il compose seul la formation. Quelquefois, cependant, d'autres roches s'y rencontrent en bancs subordonnés, et alors plusieurs minéralogistes regardent le granite qui les renferme comme de formation distincte et postérieure. Nous dirons seulement que la formation semble d'autant plus ancienne, qu'elle est plus *simple*, et que les parties où elle est *composée* paroissent en être les derniers membres dans l'ordre d'ancienneté. Il paroît qu'il en est de même pour la composition en petit du granite, et qu'il n'admet, comme *roche*, de *parties accessoires* ou *accidentelles* que dans ces derniers membres de la formation. Nous ne reviendrons pas sur cette composition en petit, dont nous avons traité à l'article *roche;* nous ferons seulement observer que souvent le feldspath est plus ou moins terreux dans les granites qui paroissent appartenir à cette première formation, et que cette circonstance, qu'on qualifie quelquefois de *décomposition*, ne paroît cependant pas due à l'influence des agens atmosphériques, puisqu'on trouve souvent des granites à feldspath terreux au-dessous de granites très-solides.

On a dit souvent que le granite n'étoit point stratifié; quelques auteurs ont prétendu, au contraire, qu'il l'étoit presque toujours, et que sa stratification approchoit ordinaire-

ment de la verticale ; d'autres minéralogistes, et particulièrement Werner, assurent que quand on aperçoit une stratification dans le granite ancien, cette stratification est à peu près horizontale. Cette dernière opinion paroît la mieux fondée. Il semble que la stratification du granite est d'autant moins distincte, que le terrain appartient à des membres plus anciens de la formation, et que d'ailleurs beaucoup de citations qui ont été faites de granites en couches très-inclinées ou verticales, particulièrement dans les Alpes, ne se rapportent pas à de véritables granites.

Le grand plateau granitique du centre de la France paroît peu ou point stratifié. Les couches, quand on en aperçoit, sont très-épaisses et à peu près horizontales. Le petit plateau situé à l'est de Freyberg en Saxe, n'offre point d'indices de stratification. Les granites de Johann-Georgenstadt et de Carlsbad (Saxe et Bohème), sont sensiblement stratifiés en couches horizontales. Le terrain granitique qui constitue le noyau central du *Riesengebirge* ou des montagnes des Géans (Silésie et Bohème), ne paroît généralement pas stratifié : lorsque quelques indices de stratification se montrent, ils sont horizontaux.

Indépendamment de la structure *stratifiée* plus ou moins distinctement, et de la structure *massive*, on cite aussi de grandes masses granitiques qui présentent la structure en *boules*. Les boules, ou masses sphéroïdales, se séparent quelquefois par couches testacées concentriques. Ce genre de structure s'observe plus souvent en petit qu'en grand, et nous en avons parlé au mot *roche*.

Nous avons dit que les membres les plus anciens de cette formation ne paroissoient renfermer aucune roche étrangère au granite. Werner cite, cependant, les couches de quarz stannifère et d'hyalomicte (*greisen*) de Zinnwald et d'Altenberg, comme appartenant au granite ancien. M. Jordan les rapporte à sa seconde formation, ainsi que d'autres couches de quarz (ex. la couche puissante et étendue décrite par Flurl, dans le granite de Bavière, sous le nom de *Pfahl*), de schiste, de calcaire et de diabase, de minerai de fer et de pyrites.

On observe assez souvent, dans le granite, des amas plus ou moins volumineux de granite d'une nature différente ; on y voit aussi des amas d'autres roches feldspathiques, auxquelles le granite passe quelquefois par des nuances insensibles. Le pegmatite, ou granite graphique, se rencontre ordinairement ainsi, en amas, dans le terrain granitique.

Le granite des Pyrénées renferme, d'après la description

qu'en a donnée M. de Charpentier, des bancs nombreux de gneiss et de calcaire; il renferme aussi des bancs de mica-schiste, de quarz, de feldspath, d'amphibolite, de diabase, de fer oligiste, de fer spathique; mais plusieurs de ces derniers gîtes paroissent plutôt des *amas* que des *bancs*. On y remarque encore des amas ou rognons assez considérables de graphite. Le gneiss y est abondant, et il existe des nuances intermédiaires entre les deux roches, qui forment un véritable *granite veiné*. Les couches de gneiss sont souvent très-puissantes, et semblent constituer presque des montagnes entières. Dans les environs du port d'Oo, on observe d'énormes masses anguleuses de gneiss très-micacé, de plus de 100 toises cubes de volume, implantées, de distance en distance, dans le granite, de manière que la direction et l'inclinaison des feuillets sont les mêmes dans toutes ces parties isolées. Ces masses passent au granite, et renferment quelquefois des couches de granite intercalées. Il est évident, pour l'observateur, que le tout est de formation contemporaine, et que les masses de gneiss sont le résultat d'un trouble survenu partiellement dans la cristallisation du granite. Les bancs calcaires sont aussi particulièrement très-remarquables: plusieurs se prolongent sur une grande étendue.

Les couches subordonnées du granite des Pyrénées ne se rencontrent point ordinairement dans le centre des grandes masses granitiques, mais seulement vers leur toit. Cependant M. de Charpentier regarde tout le terrain granitique de ces montagnes, comme appartenant à la dernière époque de la formation granitique. Il nous sembleroit convenable de rapporter ces parties, où les deux terrains sont mélangés, à la seconde formation de granite, que nous désignerons tout à l'heure sous le nom de *granite du gneiss*.

Le terrain granitique renferme quelquefois des filons, mais ils y sont beaucoup plus rares que dans les terrains de roches feuilletées. Parmi ces filons, il faut d'abord citer ceux qui sont formés de granite même, et d'un granite peu différent de celui qui les encaisse. On en a observé beaucoup dans les Pyrénées, en Bourgogne près de Semur, dans le Haut-Palatinat, dans les Monts-Oural, etc. A Schneeberg en Saxe, on connoît un filon de micaschiste dans le granite. D'autres filons sont formés de feldspath retenant un peu de quarz et de mica, comme à Ellnbogen en Bohème, ou de quarz retenant un peu de mica et de feldspath, comme à la Rosstrapp au Hartz; d'autres filons de quarz sont tapissés intérieurement de beaux et grands cristaux de roche: On en connoît de tels dans les Alpes, et M. de Humboldt en a re-

trouvé de semblables dans les Cordilières de l'Amérique méridionale. On doit citer aussi particulièrement des filons de silex corné (*Hornstein*), observés à Carlsbad en Bohème, à Ruhla dans le Thüringerwald et ailleurs : ces filons renferment de nombreux fragmens anguleux du granite de leurs parois. Enfin, on connoît aussi, dans le terrain de granite, des filons métallifères peu nombreux, renfermant particulièrement des minerais d'étain, de fer et de manganèse, rarement des minerais de plomb et d'argent. Les filons d'étain observés en Cornouaille, en Saxe, en Bohème, en Galice, et en France (dans le Limousin et la Bretagne), sont souvent *adhérens* au granite des parois, qui est ordinairement imprégné de minerai. Les filons de fer se rencontrent, soit dans le granite seul, soit entre le granite et le terrain qui le recouvre, mais pénétrant, par l'une de leurs extrémités, dans le granite ; on en connoît plusieurs de cette dernière espèce en Saxe et en Bohème. Aux mines de Villefort (département de la Lozère), un filon de plomb court ainsi entre le granite et le micaschiste. On connoît des filons de plomb dans le granite, dans les départemens de l'Allier, de l'Ardèche et de la Loire, dans les Pyrénées, en Saxe, etc. ; des filons de cuivre près de Ruhla, dans le Thüringerwald ; des filons d'argent et de cobalt à Wittichen en Souabe, et à Schneeberg en Saxe. Au Rathhausberg, pays de Salzbourg, on exploite, dans le granite, à 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer, un filon qui renferme, dans une gangue de quarz, or, argent, plomb, pyrites cuivreuses et ferrugineuses, blende et chaux carbonatée brunissante. Au rapport de Bowles, les importantes mines de plomb de Linarès, en Espagne, sont exploitées dans le granite, sur de nombreux filons et amas.

La plupart des géologues pensent que la première formation de granite est déposée universellement, et existe, d'une manière continue, dans l'enveloppe solide de notre globe ; que si elle ne se montre au jour que sur un certain nombre de points, partout ailleurs elle est cachée par les terrains qui la recouvrent, et qu'en creusant assez profondément à travers ces terrains, on retrouveroit toujours le granite. Cette opinion est appuyée par l'observation de beaucoup de contrées où l'on voit le granite s'enfoncer et disparoître sous les gneiss, les micaschistes, les schistes, les calcaires, mais reparoître, de distance en distance, soit dans le fond des vallées où tous les terrains supérieurs ont été emportés par les causes qui ont creusé ces vallées, soit dans des collines isolées qui sortent du milieu de toutes les formations qui le recouvrent. En

Saxe, le petit plateau granitique, situé à l'est de Freyberg, est enveloppé par le gneiss ; mais dans la direction de la longueur de ce plateau, on voit, à quelque distance, reparoître le granite à Schellerhau ; plus loin il reparoît encore aux environs d'Altenberg, et là le rameau granitique paroît se rattacher à la chaîne principale de l'Erzgebirge qui sépare la Saxe de la Bohême, et dans laquelle le granite est souvent aussi recouvert, tantôt par des gneiss, tantôt par des grès. Dans les Vosges, le granite se montre en abondance dans la partie méridionale de la chaîne, où il est seulement en partie recouvert par d'autres terrains primordiaux ; plus au nord, le tout s'enfonce sous des grès, et le granite paroît rarement au jour. On le voit, pour la dernière fois, entre Landau et Annweiller, près du village d'Alberschweiler, former, au milieu du grès, une colline isolée : en allant encore vers le Nord, on ne trouve plus que du grès, jusqu'à l'extrémité de la chaîne, au pied du Mont-Tonnerre.

Les montagnes formées par le terrain de granite, quand elles ne sont pas très-élevées, présentent le plus souvent des croupes arrondies. Leurs pentes sont ordinairement assez douces, et couvertes de débris produits par la désagrégation de la roche. Quand la hauteur de ces montagnes devient considérable, elles ont des pentes plus roides, et offrent beaucoup d'escarpemens ; leur sommet devient alors un pic effilé souvent inaccessible, ou une crête étroite, hérissée de dentelures, et bordée de précipices. Mais rarement peut-être les cîmes granitiques très-élevées appartiennent à la plus ancienne formation de granite; rarement aussi ces cimes sont formées de masses solides ; presque toujours elles sont extrêmement fendillées, ou même formées de rochers détachés de la montagne, et entassés les uns sur les autres. Ordinairement aussi, les pentes de ces montagnes ne présentent que peu ou point de rocs saillans, mais une grande quantité de blocs plus ou moins volumineux, répandus à la surface du terrain. L'isolement de ces blocs et celui des roches qui constituent les cimes, proviennent sans doute de ce que les portions de granite qui les enveloppoient, ont cédé aux influences désagrégeantes de l'atmosphère, auxquelles les parties les plus solides du terrain ont seules résisté.

Les vallées du terrain de granite sont, en général, très-contournées; mais quelquefois ce terrain présente une surface assez unie. Dans le Limousin, les collines de granite paroissent former, dit-on, comme les restes d'une ancienne plaine qui auroit été ravinée par les eaux.

Même à la surface du sol, le terrain de granite est très-répandu dans toutes les parties du globe, mais beaucoup

moins cependant qu'on ne l'a cru pendant long-temps. Nous avons vu, à l'article *roche*, qu'on avoit donné le nom de granite à des roches qui en sont essentiellement différentes; nous venons de voir aussi que les différentes formations de granite ne sont pas encore bien déterminées. Nous citerons donc seulement, comme exemples de celles que nous décrivons maintenant: 1.° les terrains de granite du centre de la France, qui forment un groupe ou plateau considérable dans le Limousin, le Forez, l'Auvergne, le Gévaudan, etc., et dont un rameau forme la chaîne du *Morvan* entre le Nivernais et la Bourgogne; 2.° les granites des Alpes, car il existe aussi de véritables granites dans ces montagnes, particulièrement au pied de la chaîne, du côté des plaines de l'Italie; 3.° une partie des granites des Pyrénées, qui sont plus à découvert sur le versant septentrional de la chaîne, ou du côté de la France, que du côté de l'Espagne, et qui semblent ne former qu'une chaîne latérale parallèle à la chaîne centrale; 4.° le granite central du *Riesengebirge* en Silésie; 5.° les granites de Freyberg et de Johann-Georgenstadt en Saxe, etc.

Une grande partie de la Cordilière de *la Parime*, ou *des Cataractes*, qui traverse l'Amérique méridionale parallèlement à l'équateur, et à 3—6 degrés de latitude, est formée d'ancien granite, d'après les observations de M. de Humboldt; il en est de même du *Llano* ou de la vaste plaine de l'Amazône et de la Rivière noire, qui n'est située qu'à quelques mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, et dans laquelle le granite se montre presque partout à la surface du sol.

Nous citerons, comme Appendice a la première formation, le terrain granitique qui alterne souvent avec le terrain *d'eurite schistoïde* (*Weisstein*), et qui doit être considéré comme subordonné à ce dernier. Il est formé par une roche de granite d'une variété particulière, composée de feldspath ordinairement d'un rouge brunâtre, de mica brun assez abondant, et de quarz en proportion très-variée. Souvent le quarz disparoît tout-à-fait, et la roche passe à l'eurite; aussi plusieurs minéralogistes désignent-ils ce granite sous le nom d'*eurite granitoïde* ou *eurite grenu* (*kœrniger Weisstein*); mais souvent aussi le granite est fort bien caractérisé, et quelquefois la roche est à très-gros grain, quoiqu'ordinairement elle soit à grain fin. Ce terrain est encore peu connu. On l'a observé particulièrement en Saxe, dans la partie nord-ouest de l'Erzgebirge, où il constitue, avec l'eurite schistoïde, le noyau d'un groupe

géognostique, tout-à-fait particulier. Tous les autres terrains, et même le gneiss, lui sont superposés, ce qui nous a engagés à en placer ici l'indication. On le connoît aussi aux environs d'Aschaffenbourg, dans la Forêt-Noire, dans les montagnes qui séparent la Bohème de la Bavière, et ailleurs.

Deuxième formation.

TERRAIN DE GRANITE DU GNEISS ET DU MICASCHISTE.

La première formation granitique nous a présenté, dans ses parties supérieures, des bancs subordonnés de gneiss; nous avons même vu que, dans les Pyrénées, les bancs de gneiss avoient une très-grande épaisseur, et nous avons pensé que ces terrains mélangés devoient être rapportés à une seconde formation. De tels rapports de gissement forment un passage complet à ceux dans lesquels, le gneiss étant devenu plus abondant, on doit le considérer comme terrain principal, et où le granite devient, en conséquence, terrain subordonné. Nous voyons donc, dès le premier pas que nous faisons dans l'étude spéciale des terrains, un exemple de ces liaisons que nous avons signalées d'avance, comme existant entre les diverses formations.

Plusieurs auteurs ont cité, depuis long-temps, des localités où le granite alterne avec le gneiss et avec le micaschiste; mais, le peu de précision qu'on a apporté, jusqu'à l'époque actuelle, dans la détermination des roches, ne permet pas d'adopter ces assertions, comme exprimant des fait réels pour l'état présent de la science. Nous ne nous appuierons donc même pas sur l'indication donnée par Saussure (§ 661), parce qu'il est probable que la roche dont il parle n'est pas un véritable granite. Par ces motifs, nous nous bornerons à citer, outre les terrains des Pyrénées, un petit nombre d'exemples de notre seconde formation.

Un terrain de granite et de gneiss, appuyé sur le noyau central du granite du *Riesengebirge*, en Silésie et en Bohème, a été décrit, par M. de Raumer, dans un mémoire géognostique sur cette contrée, imprimé à Berlin en 1813. Ce terrain est très-étendu au nord du noyau de granite central, et l'auteur pense qu'on doit y rapporter le terrain granitique de la Lusace. On y voit constamment le gneiss alterner avec le granite, et les deux roches présentent toutes les variétés de structure qui leur sont propres, de telle sorte que, quand le granite est à gros grain, il alterne avec un gneiss à feuillets épais, et que le gneiss à feuillets minces alterne avec un granite à grain fin. Cette formation renferme, comme terrain subordonné, plusieurs bancs de micaschiste, dont l'un, qui

est très-épais, contient des bancs plus minces de quarz et de calcaire ; elle renferme aussi des bancs moins considérables de quarz, de diabase, et d'une roche absolument semblable au basalte. Enfin, on y connoît des filons métallifères contenant des pyrites, du fer oxydulé, du fer oligiste, du manganèse oxydé, de la blende, de l'étain oxydé, du cobalt arsenical, etc. Ces filons sont surtout nombreux dans le micaschiste qui est subordonné au terrain de gneiss et granite.

Un peu à l'est de la localité précédente, dans les principautés de Schweidnitz et de Münsterberg, on a observé, en plusieurs endroits, le granite disposé en couches alternatives avec celles du gneiss et du micaschiste.

A la pente sud du Saint-Gothard, dit M. Escher dans le quatrième volume de l'*Alpina*, on voit le granite sur le gneiss, le gneiss sur le micaschiste, et le micaschiste sur l'amphibolite schistoïde.

Près de Herzogau, dans le haut Palatinat, le granite alterne avec le gneiss, et le tout contient de nombreux filons.

Il paroît que dans tout le nord de l'Europe, au moins dans toutes les parties de la Suède et de la Norwége, que MM. de Buch et Hausmann ont visitées, on ne rencontre point de granite de la première formation. Les terrains granitiques de ces contrées sont en général peu étendus, et les plus anciens sont subordonnés au terrain de gneiss. C'est ce qu'on voit, par exemple, à l'est de Christiana en Norwége, et à Hogdal sur les frontières de Norwége et de Suède. On retrouve le granite sur la côte de la mer du Nord, aux limites de la Laponie norwégienne, en couches dans un gneiss supérieur au micaschiste, et aussi en filons dans le même gneiss ; on le retrouve, près du Cap nord, à l'île de Mageroë, dans un gneiss supérieur au schiste argileux : dans cette localité le granite admet de la diallage dans sa composition, et passe peu à peu à l'euphotide ; on le retrouve encore près de Tornéo, et sur toute la route de Tornéo à Stockholm, toujours subordonné au gneiss. Il en est de même aux environs de Stockholm.

D'après M. de Humboldt, une partie du granite de la chaîne des Andes et de celui de la Cordilière de la côte de Venezuela, alternent avec le gneiss et le micaschiste, et doivent, par conséquent, être rapportés à notre deuxième formation.

Troisième formation.

Terrain de Granite postérieur au gneiss et au micaschiste.

Nous remarquerons encore une liaison entre cette forma-

tion et la précédente, puisque nous avons vu, dans celle-c ; des granites subordonnés à des gneiss qui paroissent eux-mêmes de formation postérieure aux terrains de gneiss généralement répandus; nous y avons même reconnu des granites en filons dans ces gneiss. Nous voyons donc que la formation du granite s'est prolongée à travers toutes les époques des périodes primordiales ; nous la retrouverons plus tard, dans les terrains intermédiaires, de sorte même que nous éprouverons ici une difficulté réelle à indiquer des granites qui, évidemment postérieurs aux terrains micacés primordiaux, appartiennent encore, d'une manière évidente, aux époques antérieures à celle des terrains qui renferment des débris de corps organisés, et il y aura toujours du doute à cet égard. Nous citerons, cependant, quelques exemples qui peuvent y être rapportés, parce qu'on n'a point reconnu de preuves du contraire.

Telle est d'abord, d'après l'opinion de la plupart des minéralogistes allemands, la masse granitique stamnifère de Geyer, en Saxe, improprement désignée sous le nom de *stockwerck*, et qui paroît constituer, dans le gneiss passant au micaschiste, un *amas transversal* (*V.* GÎTE DE MINERAI) de formation peu postérieure à celle de la roche qui l'enveloppe. Tout autour de cette masse granitique, qui s'enfonce à peu près verticalement, le gneiss a une inclinaison uniforme vers le nord-ouest. Une multitude de petits filons d'étain, tous parallèles entre eux, passent du gneiss dans l'amas granitique qu'ils traversent, et qui est imprégné de minerai d'étain dans presque toute sa masse. Le granite de cet amas, très-variable dans sa nature, passe à la protogyne, au pegmatite et à l'eurite. Il semble souvent contenir des fragmens de gneiss, mais un assez grand nombre de ces prétendus fragmens se fondent peu à peu dans la roche granitique et paroissent évidemment de formation contemporaine au granite, de même que nous l'avons vu dans le granite des Pyrénées.

(Dans un Mémoire, inséré dans l'Annuaire minéralogique de M. Leonhard, pour 1816, M. Blœde émet une opinion différente de la nôtre sur la masse granitique de Geyer : il pense qu'elle forme un *amas parallèle* dans le micaschiste, et qu'elle est par conséquent de formation contemporaine avec lui ; il pense aussi que les prétendus fragmens de gneiss sont réellement des fragmens, mais qu'on ne les trouve que dans une espèce de salbande qui entoure la masse granitique et qui s'est formée postérieurement à elle. Ces opinions sont contraires aux idées généralement adoptées.)

D'autres masses granitiques, également stamnifères, exis-

tent, dans le gneiss, à Schlackenwald en Bohème, et paroissent de formation analogue à celle de Geyer.

A une lieue au nord de Geyer, sur le sommet de la montagne dite le *Greiffenstein*, laquelle paroît formée de micaschiste, s'élèvent plusieurs grands rochers formés de granite très-caractérisé à grains assez gros. Ce granite renferme de véritables fragmens, et même des blocs assez volumineux de gneiss, bien reconnoissables pour tels, et traversés souvent par de petits filons quarzeux qui ne pénètrent pas dans le granite. Celui-ci est donc évidemment de formation très-postérieure au gneiss, ainsi qu'au micaschiste sur lequel il semble reposer. Il renferme des parcelles de minerai d'étain.

Saussure cite (§ 1632), aux environs de Vienne en Dauphiné, un rocher de granite qui contient un grand rognon de gneiss; mais, à peu de distance de là, il a observé le gneiss contenant des rognons de granite, et il paroît assez probable que le tout est de formation contemporaine.

M. Freiesleben dit avoir observé des fragmens de gneiss dans le granite du Brocken, au Hartz. M. Jameson a vu des fragmens de micaschiste dans le granite de Garvimore, en Ecosse.

On connoît en Angleterre, à *Malvernhill*, dans le Herefordshire, un terrain de granite superposé au schiste argileux. On le regarde comme appartenant à la formation de la syénite.

Sur la rive gauche de l'Elbe, au sud-est de Dresde, près de la petite ville de Dohna, une formation de granite, très-bien caractérisée et assez étendue, mais qui paroît aussi devoir être rapportée à la formation de la syénite, repose, d'une manière évidente, sur les schistes argileux et phyllades qui sont eux-mêmes superposés au gneiss et au micaschiste. Les phyllades contiennent de nombreux bancs subordonnés, parmi lesquels on voit déjà des bancs de granite, mais parmi lesquels aussi on observe de véritables *psammites* (*grauwacke*) formés de débris d'autres roches, et n'appartenant pas, par conséquent, aux terrains primordiaux. Ces psammites sont très-peu abondans, et tout le reste du terrain schisteux a entièrement l'apparence primordiale; mais la présence d'une roche agrégée suffit pour que nous devions renvoyer à la classe des terrains intermédiaires toute cette formation, ainsi que celle du granite qui la recouvre, de même que nous y renvoyons les terrains de granite de Normandie et de Norwége, observés au-dessus de couches qui renferment des débris de corps organisés.

Nous avons déjà cité du granite en filons, et nous croyons

devoir rapporter les filons de granite, en général, à la troisième formation, quoique quelques-uns portent tous les caractères d'une formation à peu près contemporaine à celle des terrains de gneiss ou de micaschiste qui les encaissent. Ces filons sont abondans dans le haut Palatinat, et en Suède aux environs de Stockholm ; il en existe en France, près de Lyon, de Montbrison et de Villefort; en Saxe, à Johanngeorgenstadt, à Geyer et à Eybenstock; en Bohême, en Cornouaille, en Ecosse, aux îles Shettland, etc. M. Hausmann regarde ceux de Suède comme de formation contemporaine à celle du terrain de leurs parois, et il veut tirer, de ce fait, une conclusion générale contre la théorie de la formation des filons par des fentes remplies; mais d'autres filons de granite, tels que ceux de Sémur en Bourgogne, de Johanngeorgenstadt en Saxe, de Polgooth en Cornouaille, offrent, au contraire, dans la contexture de la roche qui les remplit, les indices les plus forts d'une formation bien postérieure à celle du terrain qui les encaisse.

SÉRIE MICACÉE.

Nous commençons l'étude des différentes séries par celle-ci, parce qu'elle est la plus universellement répandue, et parce que les terrains qui la composent paroissent avoir des rapports peut-être encore plus intimes avec le granite, que ceux des autres séries.

TERRAINS DE GNEISS.

Nous avons vu, à l'article *roche*, que le gneiss étoit souvent formé des mêmes élémens que le *granite ;* cette circonstance avoit fait penser à plusieurs géologues que les terrains de gneiss étoient le produit de la destruction des terrains de granite, dont les parties constituantes, entraînées et remaniées par les eaux, avoient été agglutinées de nouveau, et déposées en couches au pied des hautes montagnes granitiques. Mais l'observation attentive a bientôt fait reconnoître que le gneiss constituoit ordinairement la cime de sommités aussi élevées que les sommités granitiques; que même, dans un grand nombre de cas, les véritables granites s'élevoient à une hauteur beaucoup moindre que les gneiss et les autres terrains schistoïdes des mêmes montagnes; que d'ailleurs, la contexture du gneiss indiquoit une cristallisation simultanée dans les élémens qui le constituent, et ne permettoit pas de concevoir l'idée que ces élémens eussent été remaniés par les eaux depuis leur cristallisation. On a vu le granite passer au gneiss par des nuances insensibles; on a vu les deux roches alterner

ensemble; on a vu des fragmens de gneiss enveloppés dans certains granites, ce qui indiquoit alors, pour la première roche, une existence antérieure à celle de la seconde; tous ces faits, et beaucoup d'autres, ont porté les minéralogistes à conclure que le gneiss, ainsi que les autres terrains de roches feuilletées qui le suivent ordinairement dans l'ordre de superposition, avec lesquels on le voit aussi alterner et qu'il recouvre même quelquefois, que tous ces terrains appartenoient, relativement à leur formation, à la même grande période de cristallisation primitive que le granite; on a pensé surtout relativement au gneiss, qui est en général la plus ancienne des roches feuilletées, et qui ne diffère souvent du granite que par sa structure, que ces deux terrains provenoient évidemment d'une même dissolution; mais que tout avoit été calme dans la précipitation du granite, tandis que celle du gneiss s'étoit faite dans un liquide agité.

Mais, depuis quelque temps, on a été plus loin. L'observation de plusieurs terrains granitiques superposés au gneiss, l'observation de plusieurs contrées où le gneiss paroît constituer le terrain *fondamental*, ou celui sur lequel reposent tous ceux qu'on peut apercevoir, ont fait penser à quelques minéralogistes que c'étoit au gneiss qu'appartenoit la première place dans l'ordre général d'ancienneté des terrains. Nous avons indiqué, en parlant du granite, que nous ne croyons pas devoir adopter cette opinion, et nous plaçons encore le gneiss au rang qui lui a été assigné par Werner.

Les terrains de gneiss contiennent une assez grande quantité de bancs subordonnés. Nous y avons déjà indiqué une formation de granite; on y doit aussi remarquer surtout des mélanges de bancs de micaschiste et de schiste argileux ou de phyllade, mélanges qui forment le passage du terrain de gneiss aux deux autres terrains de roches micacées, car ce passage a lieu fréquemment entre les terrains, comme il a lieu entre les roches qui en font les bases. On observe encore particulièrement, dans le gneiss, des bancs de porphyre et d'eurite porphyroïde (*hornstein-porphyr* des Allemands), des bancs de quarz, de feldspath, d'amphibolite, de diabase, de calcaire, de cipolin, de stéatite, de stéaschiste, aussi quelques bancs peu considérables de grenat et d'actinote, des amas de caolin et de pegmatite ou granite graphique, enfin, des bancs de pyrites et d'autres substances métalliques, particulièrement de fer oxydulé. Presque tous les gîtes célèbres de minerai de fer, exploités en Suède et en Norwége, sont en bancs ou en amas dans le gneiss. A la montagne du Taberg,

le fer oxydulé est disséminé en grande abondance dans un banc très-puissant de diabase subordonné au gneiss.

Le terrain de gneiss est toujours très-distinctement stratifié ; mais cette stratification paroît d'autant plus caractérisée, la roche d'autant plus feuilletée et les feuillets d'autant plus droits, que le terrain est moins ancien. Tous les minéralogistes allemands répètent, d'après Werner, que le gneiss qui passe au granite, ou dont la formation est le plus contemporaine à celle du terrain de granite, présente souvent une stratification à feuillets épais et contournés ; ils ajoutent que son feldspath est souvent rougeâtre, et que ces caractères disparoissent peu à peu, à mesure que le terrain de gneiss s'approche du terrain de micaschiste qui le suit, en général, dans l'ordre d'ancienneté. On dit aussi que la formation est d'autant moins *composée* qu'elle est plus ancienne, c'est-à-dire que les bancs subordonnés se présentent en plus grand nombre, lorsqu'on observe un terrain de gneiss moins ancien. On ajoute qu'il en est de même pour les filons qui sont plus multipliés dans le gneiss, à mesure que le gneiss s'éloigne du granite. Ces filons sont, en général, assez abondans, et le gneiss peut même être regardé, en Europe, comme le terrain le plus métallifère. On y trouve en filons tous les métaux utiles, excepté le mercure, et la plupart des autres substances métalliques. Les filons d'étain paroissent constituer la formation la plus ancienne de ces gîtes de minéraux ; ils sont ordinairement adhérens à leurs parois, et la roche des parois est imprégnée de parcelles de minerai (*V.* FILON). Les mines d'argent des Chalanches ou d'Allemont (département de l'Isère), celles de plomb et d'argent de Sainte-Marie et de Lacroix-aux-mines dans les Vosges, ainsi que la plus grande partie des mines de Saxe sont exploitées dans le gneiss, et le nom de *gneiss* a été en usage d'abord chez les mineurs saxons, mais non dans sa signification actuelle. Les mineurs nommoient ainsi seulement des masses onctueuses, argileuses et micacées, qu'ils rencontroient souvent à l'approche des filons métallifères. On a reconnu depuis que ces *gneiss* n'étoient que la roche même du terrain, altérée, peut-être par le voisinage des filons, et le nom a été étendu au terrain entier.

Le terrain de gneiss contient aussi des filons de granite à Montbrison (département de la Loire), en Suède, etc. ; de diabase (*grünstein*) aux environs de Stockholm ; de rétinite (*pechstein*) à Schaïtanka, dans les monts Oural ; de vake et de vakite à Marienberg, Annaberg et Wiesenthal en Saxe, etc.; on y cite enfin des filons de basalte en Saxe, en Ecosse et ailleurs.

Malgré les indications que nous venons de donner, d'après les géologues allemands, pour distinguer différens degrés d'ancienneté relative dans les terrains de gneiss, les mêmes géologues n'admettent, en général, pour ces terrains, qu'une seule *formation* primordiale, dont les plus anciennes parties alternent avec les derniers membres de la formation de granite, qui constitue ensuite un terrain indépendant, et qui présente quelques membres moins anciens, comme subordonnés aux terrains de micaschiste et de phyllade. Mais il résulte des observations faites en Norwége et en Suède par M. de Buch et M. Hausmann, qu'on doit reconnoître, au moins dans le nord de l'Europe, deux formations distinctes de gneiss, l'une antérieure et l'autre postérieure aux terrains de micaschiste et de schiste argileux. Ces observations sont particulièrement remarquables en ce qu'elles présentent, relativement aux rapports du gneiss avec le granite, des faits tout-à-fait différens de ceux que nous venons de citer. En effet, la plus ancienne formation de gneiss, qui constitue la base sur laquelle paroissent reposer tous les terrains du nord de l'Europe, ne contient point de granite et renferme, en général, peu de couches subordonnées; on y connoît cependant des bancs d'amphibolite un peu feldspathique. La seconde formation, au contraire, renferme du granite en abondance, en bancs et en filons; elle renferme aussi des couches de micaschiste et beaucoup d'autres bancs subordonnés. On y remarque principalement : 1.° le *hornberg*, mélange intime de mica et de quarz avec hornblende, qui constitue le pays à mine d'Ædelfors; 2.° une roche de feldspath, quarz et amphibole, qui paroît, dit M. Hausmann, devoir être distinguée de la syénite; 3.° des bancs puissans de fer oxydulé et de fer oligiste, qui constituent souvent des montagnes entières; 4.° des bancs nombreux de pyrites ferrugineuses et cuivreuses, exploités à Garpenberg, Niakopparberg, Dylta (les célèbres mines de cobalt de Tunaberg sont exploitées sur un gite analogue); 5.° les énormes amas pyriteux de Fahlun, etc. Dans cette formation, dit M. Hausmann, le gneiss est souvent à feuillets contournés et épais; le granite est souvent à gros grain; le micaschiste est plus rare, et il se présente surtout dans le voisinage des gîtes de minerais qu'il entoure avec un schiste chloriteux.

Les montagnes des terrains de gneiss sont ordinairement plus escarpées que celles des terrains granitiques. On y remarque plus de rochers saillans et beaucoup moins de blocs détachés; la désagrégation de la roche dominante est, en général, moins facile, et le peu de débris qu'elle produit est

entraîné au loin, d'où il résulte que les pentes sont souvent assez roides.

Le terrain de gneiss est assez universellement répandu à la surface du globe. On le rencontre presque dans toutes les contrées primordiales; nous répèterons que souvent il recouvre le granite, comme aux environs de Freyberg en Saxe, dans le Riesengebirge en Silésie, dans les montagnes de la Lozère et dans d'autres parties du centre de la France; qu'ailleurs, le granite alterne avec lui; que quelquefois il recouvre l'eurite schistoïde; qu'ailleurs enfin, on ne connoît rien au-dessous de lui, et c'est le cas de toute la Scandinavie; mais tous les terrains, excepté le granite et l'eurite, sont assez constamment superposés au gneiss.

Le gneiss paroît cependant manquer dans quelques pays: On ne le connoît pas au Hartz ni dans les montagnes des bords du Rhin. Il est très-peu abondant en Hongrie, en Angleterre et ailleurs.

TERRAIN DE MICASCHISTE.

Le terrain de micaschiste doit être regardé comme la suite du terrain de gneiss, suite non interrompue et dans laquelle la limite entre les deux terrains est, le plus souvent, très-difficile à déterminer. Le passage a lieu soit par le mélange des couches de chacun des terrains, soit par le changement de proportion des parties constituantes de la roche; et, sous ce double rapport, il existe des terrains très-étendus pour lesquels il y a une impossibilité presque absolue de décider s'ils appartiennent au micaschiste ou au gneiss. Nous citerons, comme exemples de ce fait, les environs d'Ehrenfriedersdorf en Saxe, et toute la partie la plus élevée de la crête qui sépare la Saxe de la Bohème, aux environs de Wiesenthal, choisissant ainsi les preuves de notre assertion, dans le pays même où la distinction des deux roches et des deux terrains a été établie.

Nous ne prétendons pas conclure de cette observation, que le terrain de micaschiste ne doive pas être considéré et étudié à part, mais seulement confirmer ce que nous avons annoncé déjà plusieurs fois, sur la liaison à peu près continue qui existe entre tous les terrains.

Souvent, en effet, le terrain de micaschiste est bien caractérisé. La roche qui le constitue présente, dans sa texture, plusieurs variétés dont quelques-unes sont regardées comme ayant des rapports intimes avec les caractères géognostiques du terrain. Ainsi, le micaschiste le plus ancien, et qui se rapproche le plus du gneiss, est, en général, à feuillets ondulés;

les feuillets de mica y sont caractérisés, et le quarz y est abondant. Quand, au contraire, les feuillets sont plats, quand les deux parties constituantes deviennent moins distinctes, quand le quarz semble se fondre en particules presque insensibles dans la masse de mica, qui perd elle-même en partie son éclat et prend un aspect un peu terreux, la roche passe au schiste argileux, et elle appartient ordinairement aux derniers membres du terrain du micaschiste. On doit citer aussi, comme variétés remarquables du terrain de micaschiste : 1.° celle dans laquelle, le mica diminuant beaucoup de proportion, la roche devient semblable à un quarzite schistoïde un peu micacé : tel paroît être le *gestellstein* des Autrichiens (*saxum fornacum*), roche très-employée dans la construction des creusets des hauts-fourneaux, des fourneaux à réverbère, des plaques entre lesquelles on coule le laiton, etc. ; 2.° celle dans laquelle le mica est à peu près entièrement remplacé par des feuillets de fer oligiste, et qui existe en abondance en Suède et au Brésil où on commence à l'exploiter; 3.° celle dans laquelle, le mica devenant talqueux, la roche passe au stéaschiste. Cette dernière variété indique ordinairement que le micaschiste qui la présente appartient aux parties les moins anciennes du terrain, et se rapproche de la formation des phyllades.

Ainsi qu'on peut le présumer, d'après ce que nous venons de dire, le terrain de micaschiste renferme souvent des couches de gneiss, quelquefois même des couches de granite, surtout dans les parties anciennes, et des couches de phyllade particulièrement dans les membres supérieurs de la formation; mais ce terrain renferme en outre une grande quantité de bancs subordonnés de différentes roches, particulièrement de calcaire, de cipolin, de dolomie souvent mélangée de grammatite, de la roche formée de mica et tourmaline (que nous avons indiquée, à l'article *roche*, par appendice au micaschiste), d'amphibolite, de quarz, de stéatite (à Ochsenkopf en Saxe, on connoît un semblable banc de stéatite mélangé de corindon granuliforme ou émeril), de stéaschiste, de serpentine (quelquefois ces deux dernières roches deviennent tellement abondantes qu'elles constituent la masse principale du terrain). Le micaschiste renferme encore, moins fréquemment, des bancs de pétrosilex, de porphyre, de grenat et d'actinote; on y a cité aussi des bancs de gypse, dans les Alpes, mais, d'après les observations de M. Brochant de Villiers, le gypse de ces localités paroît être superposé au micaschiste et non stratifié avec lui ; enfin, on y observe assez souvent des bancs ou des amas de fer oxydulé, de fer

oxydé rouge, de pyrites ferrugineuses, cuivreuses et arsenicales; d'étain oxydé, de plomb sulfuré et de blende. Ces derniers minerais contiennent quelquefois de l'argent et de l'or.

Un grand nombre de ces *bancs* et *amas parallèles* sont exploités dans le terrain de micaschiste de Scandinavie : telles sont particulièrement les célèbres mines de cuivre de Rœraas en Norwége et de Fahlun en Suède. Dans cette dernière localité, le micaschiste est subordonné au gneiss, et renferme lui-même des bancs de schiste chloriteux. Près de Rhonitz en Hongrie, on exploite, dans le micaschiste, des bancs de minerai de fer hydraté. Beaucoup de gîtes métallifères analogues sont exploités dans le terrain talqueux des Alpes auquel le micaschiste paroît subordonné.

Mais le terrain de micaschiste renferme aussi un grand nombre de filons, quoique peut-être moins qu'on n'en observe dans le terrain de gneiss. Ces filons sont tout-à-fait analogues à ceux du gneiss, et on y retrouve toutes les formations reconnues dans ce dernier terrain, depuis les filons de granite et la plus ancienne formation des filons de minerai d'étain, jusqu'aux formations les plus récentes de minerais d'argent. On croit seulement avoir reconnu que le micaschiste est plus pauvre que le gneiss en cuivre et en cobalt. Nous citerons seulement, comme exemples de mines métalliques célèbres exploitées sur des filons dans le micaschiste, une partie de celles de Villefort (département de la Lozère), celles de Braunsdorf en Saxe, et celles de Ramingstein et Muhrwinkel dans le pays de Salzbourg : ces dernières produisent une petite quantité d'or. Le micaschiste de Salzbourg renferme quelquefois des émeraudes. La même gemme vient d'être retrouvée en Haute-Egypte, dans un terrain qui, à en juger d'après les échantillons, est analogue à celui de Salzbourg.

Nous rappellerons que nous avons cité, au sujet des terrains de granite, des filons métallifères qui courent long-temps entre le granite et le micaschiste et qui, par chacune de leurs deux extrémités, pénètrent dans l'un des deux terrains. Tel est le filon de Mazimbert aux mines de plomb et d'argent de Villefort; tels sont les puissans et riches filons de fer oxydé rouge exploités en Saxe près de Schwarzemberg, et en Bohème près de Platten. Enfin, d'autres filons traversent quelquefois le terrain de micaschiste dans toute son épaisseur, et pénètrent encore assez profondément dans le granite qui est situé au-dessous de lui. On connoît plusieurs exemples de ce fait à Schnéeberg et à Johanngeorgenstadt en Saxe.

Ces exemples font voir aussi que le micaschiste repose souvent immédiatement sur la plus ancienne formation de granite. Plusieurs faits semblables sont connus dans d'autres contrées : nous citerons celui que présente la Silésie. Le noyau de granite central du Riesengebirge est recouvert immédiatement, dans sa partie méridionale, par le micaschiste qui constitue les sommets de la *Schneekoppe* et des autres crêtes les plus élevées de ces montagnes. On observe, là et dans les autres cas analogues, qu'à la jonction des deux terrains, il y a une alternative, plusieurs fois répétée, de couches de granite et de micaschiste. Ailleurs, il existe entre les deux terrains un amas de pegmatite décomposé ou de caolin ; tel est le gîte célèbre d'*Aue* près Schneeberg en Saxe, exploité pour la manufacture de porcelaine de Meissen. Le micaschiste recouvre quelquefois l'eurite schistoïde, comme dans presque tout le pourtour du groupe que ce dernier terrain constitue en Saxe, et cette superposition a toujours lieu en gisement *concordant* ou *uniforme* ; enfin, le plus souvent, le terrain de micaschiste recouvre le terrain de gneiss, également en *gisement concordant.* Nous avons vu que, dans le nord de l'Europe, le micaschiste est à son tour recouvert par une seconde formation de gneiss, dans laquelle on le retrouve en bancs subordonnés. Nous l'avons vu également, en Silésie, en bancs subordonnés dans l'ancien gneiss et dans le granite du gneiss. Près du col de Splügen en Suisse, entre Glaris et Chiavenna, M. de Buch a reconnu le micaschiste sur le gneiss et recouvert par un porphyre, sur lequel repose un autre gneiss qui est lui-même probablement recouvert par un autre micaschiste.

Le terrain de micaschiste est toujours très-bien stratifié ; ses couches, qui ont souvent une inclinaison considérable, présentent quelquefois, dans la disposition de leurs feuillets, des ondulations en petit, comme on en observe dans le gneiss.

En considérant dans leur ensemble tous les faits connus jusqu'à ce jour, sur la position géognostique du micaschiste et sur ses relations avec les autres terrains, on est conduit à penser qu'il n'en existe qu'une seule grande *formation* primordiale, laquelle se montre d'abord en bancs subordonnés dans le granite et le gneiss, puis constitue un terrain étendu, et puis se montre encore en bancs plus ou moins isolés, soit dans la seconde formation du gneiss, soit dans la formation primordiale des schistes argileux, soit enfin dans celle des stéaschistes.

Les montagnes du terrain de micaschiste présentent, en général, quand elles sont élevées, des pentes plus escarpées encore que celles de gneiss. Ce terrain existe assez abon-

damment dans les montagnes primordiales, et on le regarde comme constituant une *formation générale*; cependant il est moins répandu que le gneiss et que le phyllade. Il paroît peu abondant en France; on ne le connoît point au Hartz, ni sur les bords du Rhin, ni dans aucune partie de l'Angleterre.

TERRAINS DE SCHISTE ET DE PHYLLADE.

Le *phyllade*, ou la roche mélangée à base de *schiste*, constitue la masse dominante de ce terrain; le schiste sans mélange s'y montre aussi en masses assez grandes, mais cependant moins considérables.

Les passages que nous avons observés entre le granite et le gneiss, entre le gneiss et le micaschiste, se représentent encore ici entre le micaschiste et le phyllade. Beaucoup de minéralogistes pensent même que cette dernière roche n'est autre chose qu'un micaschiste dans la formation duquel la cristallisation a été extrêmement troublée, en même temps que le quarz diminuoit de proportion, et que le schiste pur n'est que du mica qui n'a pas pu cristalliser. Quoi qu'il en soit, on observe fréquemment, soit par le mélange des couches, soit par le changement de nature des parties d'une couche, la transition la plus insensible et la plus complète entre le micaschiste et le phyllade.

Parmi les nombreuses variétés de couleur et de texture que présentent les schistes et les phyllades, on croit pouvoir en rapporter quelques-unes à des indications géognostiques. On pense que les phyllades d'un gris jaunâtre ou verdâtre et d'un aspect assez éclatant, sont les plus anciens (c'est en effet surtout entre ces phyllades et les micaschistes qu'on observe les passages dont nous venons de parler); ceux, au contraire, qui sont d'un gris foncé bleuâtre ou brunâtre, qui ont peu d'éclat et qui deviennent tout-à-fait ternes par le frottement, paroissent plus modernes; enfin, Werner regarde les variétés vertes et rouges comme moins anciennes encore. Ces dernières variétés et aussi celles d'un gris bleuâtre foncé présentent souvent une série de nuances, par lesquelles on est conduit insensiblement aux schistes des terrains intermédiaires, et aux psammites schistoïdes qui les accompagnent.

Nous devons faire une mention particulière des *phyllades talqueux*, c'est-à-dire de ceux dans lesquels le grain devient plus fin, le toucher plus onctueux, et qui passent insensiblement aux stéaschistes phylladien et chloritique, roches qui doivent être regardées comme les phyllades des terrains où le talc domine.

Le terrain de phyllade est toujours très-bien stratifié. La

stratification des couches les plus anciennes est encore quelquefois, mais rarement, ondulée en petit comme dans le gneiss et micaschiste; celle des dernières couches est, au contraire, quelquefois arquée en grand; mais ordinairement les couches sont droites et les feuillets sont droits. L'inclinaison de ces couches est très-variée: souvent elle est fort considérable.

Le terrain de phyllade renferme quelques couches subordonnées de micaschiste, de gneiss et même de granite et de syénite; il faut aussi regarder, comme subordonnées à ces terrains, les couches de schiste ardoise, de schiste coticule et d'ampélite qu'on y rencontre; mais, en outre, la formation doit être considérée comme *très-composée*, parce qu'elle contient autant de bancs subordonnés, de roches de nature tout à fait différente de la roche principale, que nous en avons observé dans les micaschistes. Tels sont principalement le porphyre, l'eurite porphyroïde, l'eurite compacte ou granitoïde (*hornfels* du Hartz), la diabase, l'amphibolite, le jaspe schistoïde (peut-être cette dernière roche n'appartient - elle qu'aux phyllades intermédiaires); les stéaschistes, la serpentine, le quarz, le calcaire, le cipolin, etc. On y connoît aussi des bancs métallifères : la mine de plomb et argent de Gieshübel, en Saxe, est exploitée sur un gîte de ce genre; il en est de même des mines de cuivre et de plomb de Schmœllnitz, de Rosenau et d'autres localités de Hongrie. Dans ce dernier pays, les mines de mercure de Niederslana et Rosenau s'exploitent sur un banc de stéaschiste subordonné au phyllade. Il faut, sans doute, rapporter à ce terrain, les *schistes ferrugineux*, ou phyllades très-mélangés de fer oxydulé ou oxydé, que M. Patrin cite comme abondans dans la partie orientale de la grande chaîne des monts Oural, depuis la mer Caspienne jusqu'à la mer Glaciale, et sur les bords du haut Irtiche, dans la Tartarie chinoise, où ils alternent avec des couches de fer oxydulé à peu près pur. M. Patrin annonce que ces schistes deviennent quelquefois des roches glanduleuses, par l'effet, dit-il, de cette tendance qu'ont les oxydes de fer à prendre la forme sphéroïdale, et qu'il en a vu plusieurs exemples dans les monts Oural. Il croit devoir rapporter à une formation analogue, les couches de Valorsine que Saussure a considérées comme des poudingues.

Enfin c'est dans cette formation que le carbone commence à se montrer avec quelque abondance. La couleur noirâtre de plusieurs schistes paroît due à un mélange intime de cette substance. Lorsque sa proportion augmente, le schiste passe quelquefois à l'ampélite alumineux ou à l'ampélite graphique. Il existe aussi des phyllades très-carburés dont quelques par-

ties offrent même du carbone presque pur. Les amas considérables de graphite de Borrowdale, en Angleterre, sont exploités dans ce terrain, d'après quelques minéralogistes anglais; d'autres les rapportent aux phyllades intermédiaires et au terrain de *grauwacke*.

Le terrain de phyllade renferme beaucoup de filons : on y indique encore quelques filons de granite, en Saxe et en Cornouaille; on y voit surtout de très-nombreux filons de quarz stériles; mais on y exploite aussi un assez grand nombre de filons métalliques. La plupart des mines d'étain de Cornouaille, les mines de plomb et argent du district d'Andréasberg au Hartz, celles de Johann-Georgenstadt en Saxe, de Joachimsthal et de Przibram en Bohème, s'exploitent dans un phyllade regardé comme primordial. Il en est de même des mines les plus riches des deux Amériques et de l'univers; celles de Guanaxuato, au Mexique, et celles de Potosi, dans le royaume de Buenos-Ayres. Dans la première, le filon principal passe du porphyre dans le schiste primitif. Dans le district de Tasco, au Mexique, les montagnes à mines sont formées de phyllade primitif, recouvert par un calcaire secondaire. Des filons d'argent et de plomb traversent les deux terrains.

Le terrain de phyllade et de schiste repose quelquefois immédiatement sur le granite. En Cornouailles, où on le désigne sous le nom de *killas*, il semble même, sur quelques points, alterner avec le terrain de granite; mais cette alternative n'est pas bien prouvée. Une disposition semblable est, au contraire, certaine dans plusieurs contrées, pour les couches de phyllade, de micaschiste et de gneiss; mais le plus souvent le phyllade repose sur le micaschiste en *stratification concordante*, c'est-à-dire, de la même manière que le micaschiste repose sur le gneiss. Les géologues allemands le regardent comme constituant une seule formation, laquelle termine la *série schisteuse* dans les terrains primordiaux. Un des caractères remarquables que cette formation présente, c'est le passage fréquent du schiste et du phyllade qui en forment la masse principale, à la plupart des roches qu'elle renferme en bancs subordonnés. Dans les schistes, les quatre substances qui composent principalement la masse des terrains primordiaux, le feldspath, le quarz, le mica et l'amphibole, ne sont plus reconnoissables, et paroissent confusément mélangées en particules insensibles; mais, selon que l'une ou l'autre des substances a plus abondé dans la précipitation générale, le schiste change de nature; il devient plus feldspathique, plus quarzeux, plus amphiboleux, ou participe, à la fois, de la nature de plusieurs de ces

substances. C'est ce qui produit tant de variétés différentes de schiste et de phyllade, tant de passages au micaschiste, au quarz schistoïde, à l'eurite, au pétrosilex, aux amphibolites, aux cornéennes, aux diabases, au jaspe schistoïde, passages qui seroient visibles si les élémens de la roche avoient cristallisé en parties distinctes, comme dans les terrains précédens, mais qui ne se manifestent, dans la composition, d'apparence homogène, du schiste argileux, que par un changement gradué dans sa dureté, sa texture et ses diverses propriétés. Par une gradation semblable, on voit des passages analogues entre le schiste et les roches talqueuses, ou même entre le schiste et le calcaire. Enfin, par une altération du même genre, on voit quelquefois le phyllade perdre son éclat, prendre une cassure mate et terreuse, et acquérir ainsi l'apparence des *schistes de transition*. Ce changement va plus loin : de petits grains de quarz et de feldspath, un peu arrondis, se montrent dans la base schisteuse, et la roche devient un phyllade psammitique ou un psammite schistoïde (*grauwacken-schiefer* ou *schiefrige grauwacke*); enfin ces grains deviennent de plus en plus distincts et abondans, et le tout devient un véritable psammite (*grauwacke*), c'est-à-dire, une *roche agrégée* ou *arénacée*, bien caractérisée, et qui, par conséquent, appartient évidemment aux terrains intermédiaires. Ailleurs, dans une masse de terrain schisteux, regardée de tout temps comme bien primordiale, on découvre tout à coup quelques débris d'êtres organisés, débris extrêmement rares, mais qui suffisent pour prouver l'existence de ces êtres, antérieurement à la formation des schistes. Les phyllades des environs de Morlaix en Bretagne, ceux du Rammelsberg et des environs de Goslar au Hartz, ont présenté, depuis quelques années, des exemples remarquables de ce dernier fait. Enfin, les relations générales de gisement avec d'autres terrains dont la primordialité devient douteuse, peuvent conduire au même doute pour un terrain de phyllade qui ne présente, par lui-même, aucun des deux motifs précédens : C'est ce qui a lieu aujourd'hui, par exemple, pour le terrain schisteux d'Andréasberg, qui paroît appuyé sur le terrain granitique et syénitique du centre du Hartz. On est ainsi conduit, tous les jours, par l'un ou l'autre genre de ces observations, à renvoyer à la seconde classe les terrains schisteux qu'on avoit crus le mieux placés dans la première, et peut-être l'époque n'est-elle pas éloignée, où l'on sera forcé de penser qu'il n'existe pas de schistes argileux ou de phyllades primitifs, et que la classe des terrains primordiaux finit au moment où la cristallisation des terrains de la série micacée

devient assez confuse, pour qu'on n'en reconnoisse plus les élémens dans les roches qui les constituent.

Les montagnes des terrains de phyllade présentent les mêmes caractères généraux que celles des terrains de gneiss et de micaschiste ; seulement elles sont ordinairement moins élevées, et leurs pentes sont un peu plus adoucies. Ce terrain est en général plus favorable à la végétation que les précédens.

La formation, réputée primordiale, des schistes et phyllades, est regardée comme *généralement répandue ;* elle paroît même plus générale, en Europe, que celles du gneiss et du micaschiste, et elle se présente à peu près dans tous les pays de terrains anciens ; mais elle n'est pas très-fréquente dans l'Amérique méridionale.

SÉRIE FELDSPATHIQUE.

TERRAIN DE PEGMATITE.

Il est peut-être douteux que le pegmatite doive être regardé comme constituant un véritable *terrain.* Souvent il paroît n'être qu'une variété accidentelle du granite, auquel il passe par nuances insensibles et avec lequel il a été long-temps confondu ; de sorte que son gisement propre a été peu étudié. On croit, cependant, qu'il forme quelquefois des couches, et plus souvent des amas subordonnés aux terrains de granite et de gneiss, ou situés entre ces deux terrains. Quoi qu'il en soit, la disposition particulière des parties du quarz dans les variétés de pegmatite, connues sous le nom de *granite graphique*, la tendance que cette roche présente souvent au genre d'altération qui change son feldspath en caolin, les gisemens de beryl et de topaze qu'on y a reconnus en plusieurs localités, semblent indiquer, dans les circonstances qui ont concouru à sa formation, des caractères particuliers qui n'ont pas encore été déterminés, mais dont l'examen ou la recherche mérite l'attention spéciale des géologues.

Nous avons cité, à l'article Roche, un assez grand nombre de localités où le pegmatite est reconnu ; mais nous ne pouvons rien ajouter à l'indication générale que nous venons de donner, relativement à sa position géognostique.

TERRAIN D'EURITE SCHISTOÏDE (*Weisstein*).

L'eurite schistoïde pourroit être considéré comme appartenant à la série des terrains micacés, et il forme une espèce de liaison de plus de cette série avec la série feldspathique. Il a de grands rapports avec le gneiss, et il a été indiqué, pendant long-temps, sous le nom de *weisstein*, par les minéralo-

gistes allemands, comme une simple variété du terrain de gneiss; mais des observations récentes semblent prouver qu'il constitue une formation tout à fait particulière, qu'il ne recouvre jamais le gneiss, et que lorsque les deux terrains sont en contact, le gneiss est toujours supérieur au *weisstein*. Tels sont au moins leurs rapports, en Saxe, où le *weisstein* a été particulièrement étudié. Cette formation est composée d'eurite schistoïde attenant avec un granite particulier, dont nous avons parlé par appendice à la première formation de granite. Les deux roches présentent des passages multipliés de l'une à l'autre, passages qui ont lieu soit en grand, soit en petit; quelquefois on les observe dans le prolongement d'une même couche. Ce terrain est très-distinctement stratifié, particulièrement l'eurite dont les couches présentent quelquefois une structure tout à fait fissile ou feuilletée, quand le mica est abondant dans la roche; le feldspath est alors ordinairement grenu à grain très-fin, et presque friable.

La masse du terrain d'eurite schistoïde ne paroît pas renfermer, en Saxe, de couches subordonnées. On remarque seulement, entre ses assises supérieures, quelques bancs d'ophiolite, ou roche à base de serpentine. Ce terrain constitue, dans la partie nord-ouest de l'*Erzgebirge*, un groupe géognostique particulier qui paroît tout à fait indépendant des autres terrains primordiaux de cette contrée, et qui semble, par la disposition de ses couches, posé sur un noyau caché qu'il enveloppe entièrement et qu'il est impossible d'apercevoir. On a observé, en plusieurs points, sur les bords de la Chemnitz, le gneiss superposé à l'eurite, en stratification *concordante*, et tout autour du groupe formé par le terrain d'eurite, le micaschiste et le phyllade lui sont superposés de la même manière.

Il paroît que les observations, qui ont été faites depuis peu, sur les terrains de *weisstein* de la Forêt Noire et des montagnes qui séparent la Bohème de la Bavière, confirment les inductions tirées des observations faites en Saxe. Au reste, le terrain d'eurite schistoïde n'a encore été que très-peu étudié, et il existe dans beaucoup de localités, où on l'a jusqu'à présent, désigné sous le nom de *gneiss*.

TERRAINS DE PÉTROSILEX ET D'EURITE.

Les variétés de l'espèce *eurite*, qui se rapportent ici, sont les eurites *compactes*, *porphyroïdes*, et quelques eurites *grenus*. Ces roches paroissent constituer, avec le pétrosilex, dans la série feldspathique, une formation distincte qui a les plus grands rapports avec la première formation des terrains de porphyre, mais qui est encore très-peu connue dans ses caractères géognostiques.

Ces terrains sont, le plus souvent, subordonnés aux terrains de gneiss, de micaschiste et de phyllade primitifs, quelquefois même aux terrains de granite. Tels sont les eurites porphyroïdes qu'on observe en bancs dans le gneiss des environs de Freyberg; tels sont ceux que M. Cordier a reconnus dans le granite de *la Maladetta*, aux Pyrénées; tels sont les eurites compactes et grenus, désignés au Hartz sous le nom de *hornfels*, qui se présentent soit en bancs situés entre les granites et protogynes du Rehberg et les phyllades d'Andréasberg, soit en bancs dans ces phyllades, mais sur lesquels il faut élever les mêmes doutes, quant à la classe dans laquelle on doit les ranger, que sur tous les autres terrains cités comme primordiaux dans la même contrée. Tels sont peut-être plusieurs des *pétrosilex feuilletés* et des *roches de corne* que Saussure a observés dans différentes parties des Alpes.

Mais, dans quelques localités, le *pétrosilex*, l'*eurite porphyroïde*, le *porphyre* et la *variolite* constituent seuls des terrains considérables: on les connoît ainsi dans les Vosges, particulièrement dans la partie méridionale de cette chaîne, aux environs de Gyromagny. Là, le terrain pétrosiliceux forme la plus grande partie de la masse des montagnes; il paroît appuyé immédiatement sur le granite, et renferme les nombreux filons métallifères qui ont été exploités dans ce pays. On doit peut-être aussi considérer, comme formant des masses de terrains indépendantes, plusieurs des *hornfels* du Hartz, qui reposent, de même, d'après M. Hausmann, immédiatement sur le granite, et qui renferment des bancs subordonnés de quarzite et de calcaire.

Le terrain pétrosiliceux est, en général, assez distinctement stratifié. Lorsque la roche contient du mica en proportion notable, elle prend la structure feuilletée. Ce terrain forme souvent des rochers escarpés.

Le pétrosilex renferme quelquefois de l'amphibole en parties plus ou moins distinctes. Quand la proportion de cette substance augmente, le pétrosilex passe à la diabase ou à la cornéenne. On voit, dans les Vosges, plusieurs passages semblables de l'un à l'autre de ces terrains.

Le terrain pétrosiliceux est généralement peu répandu. Il paroît probable qu'on doit lui rapporter les montagnes ou portions de montagnes formées en Corse par le *pyroméride-globaire*. (*V.* ROCHE, PYROMÉRIDE et PÉTROSILEX.)

TERRAINS DE PORPHYRE.

Le porphyre est un des genres de terrains dont la connoissance géognostique présente le plus de doutes et d'incerti-

tudes. En général, les minéralogistes en désignent deux grandes formations comme appartenant aux époques primordiales. Les premiers doivent être rapportés à la même formation que les terrains de pétrosilex dont nous venons de parler ; ils se présentent quelquefois immédiatement superposés au granite, et alors le granite passe insensiblement au porphyre, par la diminution de grosseur de ses parties, et par leur fusion en une pâte dans laquelle il ne reste plus que quelques cristaux ; ce fait est assez remarquable dans les Vosges, en Bourgogne aux environs de Saulieu, en Tyrol, au Thüringerwald et ailleurs. On doit peut-être aussi lui rapporter les porphyres granitoïdes de Schellerhau et de Niederschœna, en Saxe ; dans ces circonstances, on observe également quelquefois le passage du porphyre à l'eurite porphyroïde et enfin au pétrosilex pur, quand il ne reste qu'une pâte homogène sans cristaux. Enfin, on connoît encore des passages du porphyre aux variolites ou *roches glanduleuses pétrosiliceuses*, qui prennent souvent l'apparence de brèches, et qui paroissent appartenir, en général, à cette première et ancienne formation de porphyre.

Le plus souvent, ces anciens porphyres se présentent seulement en bancs subordonnés dans les terrains de gneiss, de micaschiste et de phyllade. On les connoît ainsi en Saxe, en Bohème, dans le Thüringerwald, en Ecosse, au col de Splügen en Suisse, et ailleurs. Ceux que l'on trouve en Saxe, dans le gneiss voisin du noyau granitique de Freyberg, sont plutôt des *eurites porphyroïdes* que de véritables *porphyres*, d'après la distinction établie entre ces deux roches par M. Brongniart, distinction qui n'est pas généralement adoptée ; mais à Glashütte, dans le même pays, ce sont des porphyres très-prononcés.

Cette ancienne formation porphyrique paroît peu généralement répandue ; dans les localités où elle se présente en grande masse, on n'y a pas cité de couches subordonnées étrangères à la formation ; mais on y connoît, à Gyromagny, les nombreux filons métallifères que nous avons déjà cités au sujet du terrain pétrosiliceux. Les porphyres en bancs subordonnés sont quelquefois traversés par les filons du terrain de roches feuilletées auquel ils appartiennent.

La Seconde formation des terrains de porphyre se rencontre beaucoup plus abondamment dans la nature; aussi les minéralogistes allemands la désignent sous le nom de *formation principale*. Elle comprend non-seulement de véritables *porphyres*, mais aussi des *argilophyres*, ou porphyres argileux

des Allemands. Elle paroît souvent essentiellement liée à la formation de la syénite qu'on doit alors regarder comme lui étant subordonnée, et une des variétés de texture de ce terrain, formée d'une roche mitoyenne entre la syénite et le porphyre, a reçu tantôt le nom de *porphyre syénitique*, tantôt celui de *syénite porphyroïde*. Elle renferme aussi des rétinites et des roches porphyroïdes dont le rétinite forme la base. Enfin, les minéralogistes allemands y comprennent même des *porphyres à base d'obsidienne et de perlstein*, roches que nous devons regarder comme appartenant probablement aux terrains volcaniques.

Les porphyres de cette formation constituent fréquemment des masses de terrains considérables; ils ne présentent souvent pas d'indices distincts de stratification; quand ces indices se montrent, les couches de porphyre sont ordinairement très-épaisses. Quelquefois ces masses porphyriques affectent une structure *pseudo-régulière*, soit en colonnes prismatiques, soit en boules; on y observe aussi des cavités sphéroïdales remplies d'infiltrations de quarz ou de fer oxydé. Cette dernière particularité se présente surtout dans les portions supérieures du terrain de porphyre, lorsqu'elles sont recouvertes par des amygdaloïdes ou des *grès rouges*, comme dans le Thüringerwald. Les porphyres ne renferment pas de couches subordonnées, si ce n'est des couches de syénite, de diabase porphyroïde ou d'ophite, et de roches amygdaloïdes ou glanduleuses, et on observe toujours, dans ce cas, le passage d'une roche à l'autre. On y connoît peu de filons métallifères; cependant on peut citer plusieurs exemples de mines célèbres exploitées dans ce terrain: ainsi, le principal filon de Guanaxuato, au Mexique, traverse le porphyre dans une partie de sa longueur, et passe de ce porphyre dans le phyllade situé au-dessous. Werner indique des filons dans le porphyre, dans les environs de Freyberg, en Saxe. Dans le même pays, l'*amas entrelacé* (*Stockwerck*) de minerai d'étain d'Altenberg, existe au milieu du porphyre. Enfin, le *saxum metalliferum* des Hongrois est, au rapport de M. Esmarck, un porphyre syénitique qui constitue les montagnes des environs de Schemnitz, contient des couches subordonnées d'argilophyre et de stigmite (*pechstein porphyr*), et au travers duquel courent les nombreux et puissans filons exploités à Schemnitz.

(1) D'après les récentes observations que M. Beudant a fait connoître, pendant l'impression de cet article, la formation métallifère de Schemnitz se compose de divers terrains feldspathiques et amphiboliques, et appartient à la classe intermédiaire.

gement de classe de tous ces porphyres, ne feroient que confirmer les doutes de l'homme de génie qui a créé la science géognostique. Remarquons cependant que des observations récentes ont constaté que des porphyres, de la seconde formation, étoient situés au-dessous de tous les terrains intermédiaires. Tels sont ceux des Alpes des environs de Villach, en Carinthie, que M. Mohs a reconnus être placés sur le micaschiste, en gisement transgressif, mais au-dessous du calcaire de transition auquel la grauwacke est subordonnée dans ce pays.

Dans les contrées où le porphyre forme des terrains étendus, telles que le *Thüringerwald*, où il constitue la masse principale de la chaîne centrale, il présente une grande quantité d'escarpemens souvent fort élevés, et beaucoup de points de vue très-pittoresques.

TERRAINS DE SYÉNITE.

Nous venons de dire qu'on regardoit le terrain de syénite comme subordonné à la seconde formation du porphyre ; ce terrain paroît cependant quelquefois se présenter seul, en masses assez considérables pour être regardé comme indépendant ; mais, dans les observations dont il a été l'objet depuis quelques années, on l'a constamment reconnu situé au-dessus de roches qui ne pouvoient pas être considérées comme primordiales. Plusieurs minéralogistes pensent cependant encore qu'on doit regarder comme appartenant aux formations de la première classe, la syénite de Syène, en Haute-Egypte, ainsi que celle d'autres localités ; mais nous ne connoissons aucune description qui puisse servir de base à une détermination de ce genre.

Nous nous bornerons à consigner ici l'indication de cette opinion, comme *pour mémoire*, et nous renverrons l'histoire géognostique de la syénite, et du granite qui est associé avec elle, à la classe des terrains intermédiaires. Nous rappellerons seulement encore que M. de Humboldt cite, près de Valenciana, au Mexique, des couches de syénite qui alternent avec des couches de diabase réputées primordiales ; chacune des deux roches y constitue aussi, dans l'autre terrain, des filons nombreux.

Nous ferons observer qu'en supposant, ce qui paroît très-possible, qu'il existe dans la nature des syénites primordiales, elles sont au moins très-probablement placées à la fin de cette classe, dans l'ordre général des formations. Ce seroit donc seulement à la fin de cette grande époque, que l'amphibole se seroit mélangée, en quantité notable, et

si ce n'est les couches stamnifères de Zinnwald. Ce fait est assez remarquable, eu égard à l'association si fréquente du quarz avec les minerais, dans les filons. Pour les quarzites du terrain de phyllade, il est souvent douteux s'ils appartiennent aux formations primordiales ou intermédiaires.

Le quarzite constitue fréquemment des rochers escarpés sur les montagnes dans lesquelles il est encaissé. On en connoît un grand nombre dans les Alpes. Il en est de même en Saxe et ailleurs. On remarque que souvent ces rochers, situés sur le sommet des montagnes, sont beaucoup plus escarpés sur une face que sur la face opposée.

TERRAIN DE JASPE SCHISTOÏDE (*Kieselschiefer*).

Le jaspe schistoïde, nommé aussi *quarz lydien*, constitue quelquefois, au dire des minéralogistes allemands, des terrains indépendans, assez étendus, dont les relations de gisement ne sont pas bien connues. Plus souvent il se présente en bancs subordonnés, dans les terrains de phyllade réputés primordiaux; et dans ce dernier cas, il forme quelquefois, comme le quarzite, des rochers saillans sur le sommet des montagnes de phyllade. M. de Humboldt cite un banc de quarz noir, passant au *kieselschiefer*, dans le terrain de gneiss du *Cap Blanc*, dans l'Amérique méridionale.

Le jaspe schistoïde est toujours assez distinctement stratifié. Il ne renferme pas de couches subordonnées; il passe souvent au schiste argileux et au phyllade.

On connoît le jaspe schistoïde dans les phyllades primordiaux des Pyrénées orientales; dans ceux de Saxe, de Silésie; dans ceux d'Andréasberg au Hartz. Dans cette dernière localité il passe au quarzite noirâtre, dont nous venons de parler.

C'est par suite de ces passages nombreux, d'une part au quarzite et de l'autre au schiste, que le terrain du jaspe schistoïde n'a pas été indiqué comme tel dans plusieurs des localités où il existe, et où sans doute une observation plus attentive le fera reconnoître. Il paroît probable qu'il faut y rapporter, par exemple, le *quarz schisteux noir*, des environs d'Hyères, cité par Saussure (§ 1483).

Il faut remarquer aussi que, dans un assez grand nombre de localités, le jaspe schistoïde, indiqué comme primordial, doit être rapporté aux terrains intermédiaires.

On doit enfin citer, comme un fait très-remarquable, le jaspe schistoïde en filons, observé dans les environs de Steben et de Kemlas, en Franconie, par MM. de Humboldt et Freiesleben, dans des montagnes où le jaspe schis-

toïde se trouve aussi en bancs dans le phyllade. Dans ces filons, il présente une structure distinctement feuilletée, et ses feuillets sont parallèles aux parois du gîte dont ils suivent toutes les inflexions.

SÉRIE TALQUEUSE.

Nous ne parlons des terrains de cette série, qu'après avoir traité des séries feldspathique et quarzeuse, parce que les roches de ces terrains contiennent, comme caractéristique, une substance, le talc, que le granite ne renferme pas, et parce que leurs époques de formation paroissent, en général, moins anciennes que celles des terrains précédens; mais nous devons faire remarquer que la série talqueuse appartient, comme la série micacée, à la *série schisteuse* de Werner; que ces deux séries offrent beaucoup d'analogies remarquables dans plusieurs de leurs membres; et que d'ailleurs la manière dont le talc remplace le mica, dans certains terrains ou dans certaines roches, paroît souvent indiquer une telle connexion entre les deux substances, et que leur distinction, comme espèces minérales, semble même aujourd'hui si peu certaine, que les rapports des terrains micacés sont peut-être plus grands encore avec les terrains talqueux, qu'avec ceux des autres séries dont les roches ne renferment que les élémens du granite. Mais, sous le point de vue géognostique, on doit reconnoître qu'il existe des différences très-marquées entre les deux séries, et qu'en général les formations de terrains talqueux paroissent devoir être rapportées à des époques beaucoup moins anciennes, que celles des terrains micacés auxquelles les premiers semblent correspondre.

TERRAINS DE PROTOGYNE.

La protogyne est le granite des terrains talqueux, et on l'a, pendant très-long-temps, confondue sous le même nom avec le véritable granite. Ce n'est que depuis quelques années, que les minéralogistes ont reconnu que les roches granitoïdes de la chaîne centrale des Alpes, depuis le Mont-Cénis jusqu'au Saint-Gothard, n'étoient point des granites; M. de Jurine a donné un nom à la roche, et M. Brochant de Villiers a fait connoître que les caractères géognostiques du terrain étoient très-différens de ceux des terrains granitiques.

La protogyne a été reconnue dans d'autres contrées, comme aux environs de Tulle, département de la Corrèze; au Niolo, en Corse; à Bucholz, Wiesenbad et Annaberg,

5

en Saxe, etc. Il est possible que, dans ce dernier pays, elle soit subordonnée au terrain granitique, et doive être considérée comme un granite, dans lequel le talc remplace accidentellement le mica. Cependant, nous ferons observer que les lieux dans lesquels on trouve la protogyne, en Saxe, sont situés à quelque distance des chaînes granitiques bien reconnues, et au milieu des terrains de roches feuilletées, regardés comme postérieurs au granite. Relativement aux premières localités, nous n'avons point de renseignemens sur son gisement. On l'observe aussi, en abondance, dans les granites du *Rehberg* et du *Sonnenberg*, au Hartz; mais il existe de fortes préventions contre la primordialité de tous les granites de cette contrée. Enfin la protogyne des Alpes constitue le massif du Mont-Blanc, une partie de l'Allée Blanche, les bords de la vallée de Cogne, les montagnes de Locana à Cérésoles, etc. Si, dans toute cette portion des Alpes, on observe quelque roche granitoïde qui soit un véritable granite, c'est-à-dire, qui soit composée de feldspath, quarz et mica, cette roche paroît y être subordonnée au terrain de protogyne.

Les terrains des Hautes-Alpes sont difficiles à observer: on ne peut ni aborder la plupart des rochers où ils se montrent à découvert, ni suivre, dans leur direction, les couches dont on voudroit étudier le gisement; aussi, malgré le grand nombre de voyages minéralogiques dont ces montagnes célèbres ont été l'objet, on n'a, pour la plupart des terrains dont elles sont formées, que des indications de localités, mais point d'indication de rapports exacts de superposition. On ne peut donc pas dire si le terrain de protogyne constitue le noyau des montagnes dans lesquelles il se rencontre. Il sembleroit même, d'après tout ce qu'on a pu observer jusqu'ici, qu'on ne doit peut-être considérer ce terrain que comme subordonné au terrain de stéaschiste, qui est beaucoup plus abondant. Toujours est-il certain que la protogyne présente presque constamment, par la dispositiion des parties talqueuses qui entrent dans sa composition, une tendance visible, non-seulement à la stratification, mais encore à la structure feuilletée; que cette disposition devient fréquemment très-marquée, que la proportion du talc augmente en même temps, et que l'on observe des passages très-nombreux de la protogyne au stéaschiste chloritique.

On n'a guère cité d'autres couches subordonnées, dans le terrain de protogyne, que celles des roches talqueuses feuilletées, auxquelles il passe si fréquemment. Il paroît cependant que ce terrain renferme quelquefois des couches

d'eurite compacte, avec lesquelles il alterne. Un fait de ce genre est connu, au Hartz, pour les prétendus granites du *Rehberg ;* et la roche d'eurite, qui présente cette relation avec la protogyne, a été décrite sous le nom de *hornfels.* On a indiqué, dans les Hautes-Alpes, quelques exemples analogues, comme association du *granite* avec la *roche de corne.*

On ne connoît pas de filons dans le terrain de protogyne; et on en connoît très-peu dans tout le terrain talqueux auquel elle semble subordonnée dans les Alpes.

Le terrain de protogyne a été à peine observé dans un petit nombre de localités; il ne paroît pas constituer une formation généralement répandue.

TERRAINS DE STÉASCHISTE.

L'espèce du stéaschiste, telle qu'elle a été établie par M. Brongniart, réunissant toutes les roches désignées sous le nom de *schiste talqueux*, *schiste chloritique*, etc., répond, dans la série des roches talqueuses, aux trois espèces : gneiss, micaschiste et phyllade, de la série des roches micacées.

Les variétés qui contiennent du feldspath, et qui correspondent au gneiss des terrains micacés, se présentent en couches subordonnées ou en portion de couches dans les terrains de gneiss. Plusieurs couches de ce genre sont connues en Saxe, et y sont regardées souvent comme des gneiss, altérés par le voisinage des filons métalliques. Dans les terrains talqueux, ces variétés forment les anneaux de la chaîne non interrompue qui lie la protogyne aux variétés *chloritique* et *stéatiteuse ;* c'est ainsi qu'elles se présentent particulièrement dans les Alpes Piémontaises, où l'on doit, selon les observations de M. d'Aubuisson, les regarder comme subordonnées à ces dernières.

Les variétés *quarzeuse et grenatique* répondent au micaschiste de la première série, et on les trouve aussi en couches subordonnées dans les terrains de micaschiste. Elles existent, de même, en grande abondance dans les Alpes; quelquefois la proportion du quarz augmente, et cette substance forme la presque totalité de la masse, comme on le reconnoît particulièrement aux environs du grand Saint-Bernard; quelquefois même, on observe des cimes formées de quarz entièrement pur : telle est celle qui est connue sous le nom de *tour des fous.* Les terrains formés de ces stéaschistes quarzeux, renferment assez souvent de véritables micaschistes en couches subordonnées.

Enfin, les variétés où le quarz et le feldspath ne sont plus

visibles, et qui correspondent aux phyllades des terrains micacés, se présentent quelquefois en couches dans ces phyllades; et lorsqu'elles constituent une partie considérable de la masse des terrains talqueux, comme on le voit dans les Alpes, elles renferment à leur tour des couches subordonnées de phyllades. On observe alors des passages nombreux de l'une des roches à l'autre. Les phyllades des terrains de stéaschiste sont souvent très-carboneux, et quelques-uns paroissent contenir de l'anthracite. Nous devons, en outre, faire remarquer que les roches feuilletées des terrains de stéaschiste renferment assez fréquemment des cristaux de diallage.

Ces terrains contiennent de nombreux *bancs* ou *amas* subordonnés de serpentine et de stéatite, dont la nature toute talqueuse est intimement liée avec celle de la substance dominante des roches du terrain. Ils contiennent aussi, outre les couches de micaschiste et de phyllade déjà mentionnées, des bancs peu nombreux de porphyre et de diabase, des bancs très-nombreux de calcaire; enfin, ils renferment beaucoup de minerais métalliques en *bancs* ou en *amas parallèles*. Les mines de fer de Cogne et de Traverselle, les mines de plomb de Lathuile et de Courmayeur, les mines de manganèse de Saint-Marcel, les mines de cuivre d'Allagna, d'Ollomont et de Fenis, sont exploitées en Piémont, sur des gîtes de ce genre, dans le terrain de stéaschiste. Les gîtes de minerai de cuivre de Fahlun en Suède, sont en amas dans un terrain de stéachiste et de micaschiste, subordonné au second gneiss. Les mines de Schmœllnitz et de Rosenau en Hongrie, sont exploitées dans des bancs de stéaschiste subordonné au phyllade.

Ce terrain renferme, au contraire, très-peu de *filons*, et presque tous les gîtes qui y sont désignés sous ce nom, ont été reconnus, depuis peu, comme devant rentrer dans les deux espèces précédentes. On y exploite cependant, dans les Alpes, des filons de fer spathique et de pyrites aurifères.

On a indiqué de petites couches d'anthracite dans le terrain de stéaschiste des Alpes, mais il peut paroître douteux qu'elles appartiennent aux portions primordiales de ces terrains. En effet, nous avons déjà dit qu'il avoit été impossible, jusqu'à présent, de reconnoître aucun ordre constant dans la manière dont les différentes espèces ou variétés des terrains talqueux des hautes Alpes sont superposées les unes aux autres. De plus, des terrains de nature entièrement semblable, mais qui contiennent des débris de corps organisés, et qui, par conséquent, n'appartiennent pas aux terrains pri-

mordiaux, sont tellement liés et enlacés avec les premiers, qu'on ne sait où placer une limite pour les séparer. On voit encore ici un passage insensible de la première classe à la seconde, et, comme tous ceux des terrains talqueux qu'on peut rapporter à cette première classe, paroissent intimement liés entre eux, on est conduit à penser que ces terrains constituent une des formations les moins anciennes des terrains primordiaux, ce qu'on auroit été loin de soupçonner, pour les plus hautes montagnes de l'Europe, d'après l'idée, généralement reçue pendant long-temps, de l'abaissement du niveau des formations, à mesure qu'elles devenoient moins anciennes.

Les pentes très-escarpées, et les nombreux rochers des montagnes des Hautes-Alpes, indiquent assez que les terrains talqueux présentent, sous ce rapport, les caractères que nous avons assignés aux terrains de gneiss et de micaschiste.

Cette formation paroît beaucoup moins universellement répandue que les formations micacées; cependant la confusion qui a existé, pendant long-temps, dans la dénomination des roches qui la constituent, permet de soupçonner qu'elle peut être plus *générale* qu'on ne l'a cru jusqu'ici.

M. de Humboldt a reconnu des *schistes talqueux* dans les cordilières de l'Amérique méridionale; de grandes masses de talc très-brillant, situées dans la cordilière de la Parime, ont puissamment contribué à la réputation du pays du *Dorado*, nom qui a causé, dit M. de Humboldt, tant de malheurs en Amérique, et tant de plaisanteries en Europe.

TERRAINS D'OPHIOLITE OU DE SERPENTINE.

Les terrains de serpentine ne font pas partie de la *série schisteuse* de Werner. En effet, ils ne peuvent pas être compris dans la série des terrains talqueux feuilletés, série qui paroît bien complète dans la succession des différentes variétés de protogyne et de stéaschiste; mais ils appartiennent bien aussi aux terrains talqueux considérés en général, puisque le talc forme la base de la roche qui en constitue la masse dominante. Il paroît, dit M. d'Aubuisson, que lorsque la précipitation par laquelle ont été produits les terrains talqueux, s'est faite d'une manière assez confuse, pour que les divers élémens de ces terrains ne pussent pas se séparer, il en est résulté une roche serpentineuse, laquelle est d'autant plus douce, que les parties talqueuses étoient plus abondantes. Cependant les passages sont ici moins fréquens que l'on ne pourroit le croire, d'après une semblable ressemblance intime, et il semble que quelque principe, qui a jusqu'ici échappé à nos recherches, établit une différence im-

portante entre la serpentine et les roches talqueuses feuilletées. On peut dire que les ophiolites sont aux terrains talqueux ce que les roches pétrosiliceuses et porphyriques sont aux terrains feldspathiques et micacés. L'examen des caractères géognostiques des terrains nous fera trouver de nombreux traits de ressemblance entre ces deux groupes.

Nous avons désigné, sous le nom d'*ophiolite*, d'après M. Brongniart, toutes les roches mélangées à base de serpentine : c'est l'ophiolite qui forme la masse principale des terrains que nous considérons maintenant, et la serpentine pure ne s'y trouve qu'en parties subordonnées.

Les terrains d'ophiolite se présentent à peu près à toutes les époques de formation des terrains primordiaux, celle du premier granite exceptée, mais plus abondamment dans les époques les moins anciennes. On les a observés : 1.° en couches subordonnées dans l'eurite schistoïde ou *weisstein*, dans le gneiss, dans le micaschiste, dans les phyllades ; 2.° en masses superposées au gneiss, au micaschiste et au phyllade ; quelquefois même on a cru voir que cette superposition étoit *transgressive* ; enfin, 3.° en masses considérables dans les terrains talqueux feuilletés.

Les ophiolites subordonnés à d'autres terrains sont en général stratifiés, mais la stratification n'est souvent distincte que pour les parois des bancs encaissés dans le terrain principal. Dans les ophiolites en masses indépendantes, on n'aperçoit souvent aucun indice de stratification.

Les minéralogistes allemands ont classé les terrains d'ophiolite en *deux grandes formations*, dont la première comprend ceux qui sont subordonnés aux gneiss, micaschistes et phyllades, et la seconde ceux qui recouvrent tous ces terrains ; classification analogue à celle qui a été établie pour les porphyres, d'autant plus que, comme pour les porphyres, la seconde formation d'ophiolite se montre en masses beaucoup plus considérables que la première. On a cherché à rattacher à cette distinction géognostique différens caractères fondés, soit sur l'oryctognosie, soit sur les associations des roches serpentineuses. D'après ces caractères, l'ophiolite de la première formation est en général un peu plus dur, d'une couleur plus sombre, moins mélangé de minéraux disséminés ; et il présente plus de parties où la serpentine est pure ou presque pure, que celui de la seconde formation, lequel se présente ordinairement avec des couleurs grisâtres, verdâtres ou jaunâtres, plus ou moins sales, contient beaucoup de substances minérales différentes, disséminées en grains ou en veinules, et dont la pâte même paroît plus souillée de substances étrangères à la serpentine. Mais le premier se trouve

souvent uni au calcaire, et à des minerais métalliques de fer et de plomb, ainsi qu'à des pyrites, tandis que l'ophiolite supérieur aux terrains de roches feuilletées, ne contient ni calcaire ni minerais.

Ces caractères paroissent à peu près confirmés par tous les gisemens d'ophiolites qu'on a observés en Allemagne, en Suisse et en France; mais dans le Piémont, la serpentine des terrains talqueux semble bien, ainsi que tous ces terrains, appartenir aux derniers membres des formations primordiales, et cependant on y observe le mélange de calcaire et de minerai de fer, qui a été indiqué comme n'appartenant qu'aux ophiolites de formation ancienne.

Le terrain d'ophiolite ne contient pas, en général, de couches subordonnées, mais il présente très-souvent une association remarquable avec le terrain d'euphotide qui paroît lié avec lui par une connexion intime. On peut comparer cette connexion avec celle qui lie, dans une autre série, les terrains de porphyre et de syénite, et la diallage paroît jouer ici un rôle analogue à celui que joue l'amphibole dans les terrains feldspathique et micacé. En effet, nous avons vu la diallage apparoître dans certaines variétés de stéaschiste; on la retrouve, avec assez d'abondance, dans plusieurs ophiolites de la première formation, particulièrement à la *Roche-l'Abeille*, département de la Haute-Vienne (et on la retrouvera probablement dans beaucoup d'autres *serpentines communes*, quand on voudra l'y chercher). Enfin, avec la seconde formation d'ophiolite, se présente, presque partout, le terrain d'euphotide formé d'une roche dont la diallage est la partie constituante la plus essentielle, puisqu'elle y est unie tantôt avec le jade, tantôt avec le feldspath, tantôt avec ces deux substances. Cette espèce de correspondance paroîtra assez remarquable, si l'on considère que beaucoup de minéralogistes veulent encore réunir la diallage et l'amphibole dans une même espèce minéralogique, et qu'il existe, au moins, entre ces deux substances, des rapports bien frappans, de même qu'il en existe entre le talc et le mica.

On ne connoît pas de filons métalliques dans le terrain d'ophiolite. Nous avons vu déjà que tous les terrains talqueux étoient très-pauvres en gîtes de cette nature.

Les terrains d'ophiolite ne constituent des sommités escarpées que dans les pays de hautes montagnes, tels sont le *Breithorn* et le *Mont-Cervin*, dans les Alpes; mais en général, les pentes des collines de serpentine sont assez adoucies, quoiqu'elles présentent un assez grand nombre de rochers saillans à la surface du sol. Cette disposition est une suite naturelle de la ténacité que les roches serpentineuses joignent

à une dureté très-foible. Souvent l'ophiolite ne se montre au jour que par des mamelons détachés et arrondis, séparés par des espaces dans lesquels la nature du terrain est cachée. Quelquefois, selon l'observation de M. de Saussure (§ 716), des montagnes entières d'ophiolite semblent réduites à des monceaux de blocs incohérens.

Les deux formations d'ophiolite ne sont pas universellement répandues, mais on les rencontre dans un assez grand nombre de localités. Nous citerons, comme exemples de la première formation: 1.° une couche puissante qui paroît, d'après les observations de M. Cordier, exister dans le gneiss, sur la pente méridionale des montagnes primordiales du centre de la France, sur environ 50 lieues de longueur, à travers les départemens de la Haute-Vienne, de la Corrèze, du Lot et de l'Aveyron; 2.° les couches connues autour du groupe de montagnes de *Weisstein* de Saxe, à Waldheim, à Mahlitsch, à Falken, etc., tantôt alternant avec les dernières couches d'eurite schistoïde, tantôt intercalées dans le micaschiste qui recouvre ce terrain; 3.° les serpentines exploitées à Reichenstein en Silésie, Dopschau en Hongrie, en Valteline dans le pays des Grisons (dans ces trois localités l'ophiolite se présente dans le terrain de phyllade). La seconde formation est connue à Zœblitz en Saxe, au Cap-Lezard en Cornouailles, au Zobtenberg en Silésie, autour du Mont-Rose dans les Alpes, en Toscane, aux environs de Gènes, presque toujours associée avec l'euphotide.

Nous avons déjà indiqué que les serpentines des terrains talqueux du Piémont prétendoient, au moins d'après le peu de données exactes qu'on a recueillies sur elles, une assez grande incertitude relativement à l'époque de la formation à laquelle on peut les rapporter. Il en est de même, jusqu'à présent, pour un assez grand nombre d'autres localités où l'ophiolite est connu et exploité.

APPENDICE A LA SÉRIE TALQUEUSE.

TERRAINS D'EUPHOTIDE.

L'euphotide ne contient pas de talc, au moins comme partie *constituante* visible; mais il en renferme souvent comme partie accidentelle, et sa liaison à peu près constante avec la serpentine, nous oblige d'ailleurs à placer son histoire géognostique à la suite de celle des terrains talqueux. Non-seulement ces deux terrains se rencontrent le plus ordinairement ensemble, mais il existe entre eux, comme entre les roches qui les forment, les passages les plus insensibles et les plus fréquens.

L'euphotide a été long-temps désigné sous le nom de *granite* ; plus récemment on l'a souvent confondu avec la diabase, sous le nom de *grünstein*. Ce n'est que depuis peu d'années, que M. de Buch l'a classé comme *roche* et comme *terrain*. Il a reconnu le gisement primitif, dans le haut Valais et sur les pentes du Mont-Rose, des blocs roulés d'euphotide, qui se trouvent abondamment répandus dans les environs du lac de Genève, et sur lesquels Saussure avoit appelé l'attention des minéralogistes ; il a fait voir que cette roche constituoit des terrains considérables, en Suisse, en Toscane, dans le pays de Gènes, en Corse, en Silésie, dans le nord de l'Europe, etc., et que ces terrains étoient presque partout intimement liés au terrain de serpentine. Cette liaison à peu près constante et les passages qu'on observe entre les deux terrains, ont même fait penser à M. de Buch que la serpentine, ou plutôt la roche à base de serpentine, c'est-à-dire l'ophiolite, n'étoient autre chose qu'un euphotide mélangé de beaucoup de talc, et dans lequel les parties constituantes, s'étant précipitées ensemble d'une manière très-confuse, n'étoient plus reconnoissables à cause de leur trop grande finesse. M. de Buch fait remarquer, à l'appui de cette opinion, les fréquens cristaux de diallage qu'on observe dans l'ophiolite, quand les parties de cette roche acquièrent un volume visible, et la présence de l'oxyde de chrôme qu'on a reconnu dans la serpentine la plus pure, comme dans la diallage verte.

En Norwége et en Laponie, l'euphotide se présente seul ; mais M. de Buch attribue l'absence de la serpentine, dans cette contrée, à ce que tous les terrains du Nord se présentent, en général, cristallisés beaucoup plus complétement qu'ils ne le sont partout ailleurs. Il sembleroit, dit-il, que les causes qui ont troublé la cristallisation, dans la série des formations propres à la partie moyenne du globe terrestre, n'ont qu'à peine fait sentir leur puissance dans le Nord ; et, en effet, non-seulement les terrains de sédiment manquent presque entièrement dans la Scandinavie, mais on retrouve, à leur place, au-dessus du calcaire de transition, des terrains cristallins qui ailleurs ne semblent appartenir qu'aux formations primordiales ; ainsi, ajoute M. de Buch, ce qui ailleurs auroit formé la serpentine, s'est précipité, dans le Nord, en cristaux distincts, et se présente comme un euphotide à gros grains, mélangé de parties talqueuses. A ces considérations il paroît cependant nécessaire d'opposer la remarque que le talc est peu abondant dans toutes les formations de terrains de la Scandinavie.

Ainsi que M. de Buch l'a fait observer, l'euphotide constitue, soit seul, soit associé à la serpentine, des masses de terrains considérables. Il paroît avoir, au Mont-Rose, plusieurs milliers de pieds d'épaisseur. Il en est de même en Corse, au Cap-Nord, dans l'île de Cuba et ailleurs. Dans son association avec l'ophiolite, malgré les passages qu'on observe entre les deux roches, on remarque ordinairement que l'euphotide est plutôt placé au-dessus qu'au-dessous du terrain serpentineux, relation qui est la même que celle de la syénite avec le porphyre. Cette position est particulièrement visible au *Zobtenberg*, en Silésie.

La stratification du terrain d'euphotide paroît, en général très-peu distincte; on n'y a pas cité de mélange de couches autre que celui des couches de serpentine : on n'y connoît pas de filons.

La position géognostique de ce terrain paroît donc être toujours la même que celle de la seconde formation de serpentine, c'est-à-dire, supérieure à tous les terrains primordiaux de roches feuilletées. A l'île de Mageroë, dont la pointe septentrionale constitue le *Cap-Nord*, on voit les phyllades primordiaux recouverts par un véritable granite, qui admet quelquefois dans sa composition un peu de diallage. Bientôt cette substance devient plus abondante, et le granite passe insensiblement à un euphotide très-caractérisé qui se présente ensuite seul, en masses de quatre mille pieds de hauteur.

Dans le pays de Gènes et dans les Apennins, le terrain d'euphotide et de serpentine s'enfonce au-dessous des plus anciens terrains intermédiaires, et particulièrement au-dessous des schistes exploités, comme ardoises, à Lavagna et à Chiavari. La place de ce terrain paroît donc bien assignée sur la limite des deux premières classes. Remarquons encore que cette place est celle qu'on a assignée, jusqu'à présent, à la syénite et au porphyre. M. de Buch croit cependant que l'euphotide est de formation antérieure à la syénite, parce qu'il n'a vu, dans le Nord, que des porphyres et des syénites intermédiaires. Mais s'il existe une formation primordiale de ces deux derniers terrains, elle doit être à peu près contemporaine de celle de l'euphotide.

Remarquons enfin qu'on a observé, dans plusieurs localités, l'euphotide contenant de l'amphibole assez abondamment, et qu'on connoît aussi des diabases très-diallagiques. Il existe ainsi un passage complet entre les deux roches, mais on n'a pas encore observé ce passsage entre les deux terrains. Ils paroissent cependant être associés dans la partie nord-est du Hartz, près de Hartzburg.

SÉRIE AMPHIBOLIQUE.

TERRAINS D'AMPHIBOLITE.

L'amphibolite, ou roche de hornblende, se présente en bancs subordonnés dans les terrains de gneiss et de micaschiste ; le plus souvent ces bancs n'ont pas une très-grande épaisseur. Quelquefois cependant leur puissance est considérable : tels sont ceux observés, par Saussure, à l'alpe de Scipscius et au Saint-Gothard. Nous rappellerons ici, que sur la pente sud-est du St.-Gothard, nous avons déjà cité, d'après M. Escher, l'amphibolite schistoïde situé au-dessous du micaschiste, du gneiss et du granite. A l'est du noyau granitique du Riesengebirge, l'amphibolite recouvre immédiatement le granite. On retrouve l'amphibolite en bancs dans le phyllade ; mais ici il forme souvent des montagnes entières, et constitue alors un terrain indépendant, qui alterne avec le terrain schisteux. Les minéralogistes allemands distinguent, en conséquence, *deux formations* primordiales d'amphibolite. Dans la seconde formation on observe assez fréquemment un passage, par nuances insensibles, de l'amphibolite schistoïde au schiste argileux.

La stratification de l'amphibolite est, en général, très-distincte ; souvent le mica qu'il renferme lui donne une structure feuilletée. Quelquefois il contient du feldspath en assez grande proportion, et passe à la diabase. Ailleurs, dans les terrains de diabase, quelques couches sont formées, au contraire, d'une roche d'amphibole presque pure, ou d'un véritable amphibolite. Quand l'amphibolite constitue un terrain indépendant, il renferme, en couches subordonnées, des phyllades, et une partie des couches subordonnées des terrains de phyllade.

Les couches d'amphibolite contiennent quelquefois des minerais métalliques. Les mines de cuivre de Rudelstadt et de Kupferberg, en Silésie, s'exploitent sur des gîtes de ce genre, lesquels font partie d'un terrain où l'amphibole est la substance dominante. On connoît aussi, dans ce terrain, des filons métallifères. Plusieurs des filons exploités aux environs de Freyberg, en Saxe, traversent les couches d'amphibolite subordonnées au gneiss. Les montagnes à filons des environs de Joachimsthal, en Bohème, renferment une grande quantité de couches d'amphibolite, et on y observe de nombreux passages du phyllade à l'amphibolite schistoïde.

L'amphibolite forme des montagnes quelquefois à pentes roides, et qui présentent un assez grand nombre de rochers escarpés. Ce terrain n'est pas généralement répandu : il existe

tance terreuse, qui adoucit les pentes. On y remarque cependant un assez grand nombre de rochers saillans.

La diabase est plus universellement répandue que l'amphibolite. On la connoît dans presque toutes les contrées primordiales, et elle doit être considérée comme le membre principal de la série des terrains amphiboliques. Par les passages qu'on observe de la diabase à la syénite et à l'euphotide, la série amphibolique est liée aux séries feldspathique et talqueuse, comme les passages de l'amphibolite au phyllade lient cette série à la série micacée.

TERRAINS DE TRAPPITE ET DE CORNÉENNE.

Le trappite et la cornéenne sont beaucoup moins abondans, dans les terrains primordiaux, que la diabase. Le plus ordinairement, ils sont subordonnés à ce dernier terrain; quelquefois aussi, ils sont seuls, subordonnés à d'autres terrains des séries micacée et feldspathique.

La stratification des terrains de trappite et de cornéenne est quelquefois peu distincte. Assez fréquemment, on y remarque des escarpemens qui se succèdent comme en forme d'escaliers; mais souvent, d'ailleurs, les pentes sont adoucies et arrondies, par suite de l'altération de la roche. Du reste, leur gisement dans les contrées primordiales est, en général, peu connu. Nous citerons seulement les trappites de Raon-l'Etape, aux pieds des Vosges, et les cornéennes des environs de Rothau dans les mêmes montagnes, qui présentent les gradins symétriques dont nous venons de parler, qui offrent, d'ailleurs, des passages géognostiques nombreux, aux diabases et aux roches granitoïdes et porphyroïdes de la même contrée. Nous citerons aussi le terrain de *Hornberg* qui constitue le pays à mines d'Ædelfors en Suède, et dont la roche, formée, d'après M. Hausmann, d'un mélange intime d'amphibole avec quarz et mica, nous paroît devoir être rapportée aux cornéennes. Ce terrain est subordonné au gneiss de la seconde formation.

On a cité aussi des *spillites* ou *amigdaloïdes* primordiales, à Berneck dans le pays de Bareuth, et ailleurs; mais ces indications paroissent douteuses, et les plus anciens terrains de spillite sont en général regardés comme appartenant à la classe intermédiaire.

SÉRIE CALCAIRE.

Les terrains qui constituent cette série sont essentiellement formés par une roche d'une nature entièrement étrangère aux roches principales de tous les autres terrains. Le CALCAIRE ou la chaux carbonatée en forme la base, et le plus ordinairement, il les constitue seul ou presque seul.

Assez souvent, ce calcaire renferme un peu de mica, quelquefois du talc, et il constitue, dans ces deux cas, les roches que nous avons nommées CIPOLIN, et OPHICALCE GRENU. Il renferme aussi des noyaux ou de petits amas de quarz et autres minéraux disséminés, que nous avons indiqués à l'article des *roches à base de calcaire.*

Dans le nombre des variétés qui forment les roches principales des terrains calcaires, on doit remarquer principalement la DOLOMIE qui s'y présente quelquefois en couches extrêmement puissantes, spécialement dans le voisinage des terrains talqueux. Fréquemment, cette dolomie contient des cristaux d'amphibole blanchâtre désignée sous le nom de grammatite ou de trémolithe.

Les terrains calcaires primordiaux contiennent, en bancs subordonnés, principalement des diabases et des serpentines, quelquefois des phyllades, des micaschistes, des stéaschistes, même des gneiss, et on observe des espèces de passages géognostiques entre le calcaire et plusieurs de ces terrains, en ce que différens membres de la série calcaire s'associent plus ou moins intimement, soit avec des schistes, soit avec des amphibolites, diabases et cornéennes, soit et surtout avec des serpentines. Les mélanges qui indiquent ces associations, étant composés de parties constituantes de nature essentiellement distincte l'une de l'autre, doivent eux-mêmes constituer des agrégations bien distinctes de toutes les autres roches : et en effet, l'association du calcaire avec la serpentine, donne naissance aux belles roches connues sous le nom de *vert antique*, *vert d'Egypte*, *vert de mer*, etc., et que nous avons nommées *ophicale brouillée.* L'association du calcaire avec le phyllade produit le *calschiste;* celle du calcaire avec les amphibolites et diabases, produit l'*hémitrêne.* On a cité aussi quelques mélanges de cornéenne et de calcaire, mais auxquels on n'a pas cru reconnoître encore de caractère assez constant pour en former le type d'une espèce de roche.

Parmi les masses minérales qui constituent les terrains calcaires primordiaux, il faut citer particulièrement aussi les gîtes de minerais métalliques qui s'y présentent fréquemment subordonnés, en bancs, en petits amas, ou en veinules disséminées dans une ou plusieurs couches calcaires. La galène argentifère est exploitée dans un banc calcaire, à Sahla en Suède ; la galène, la blende, les pyrites, certains minerais de cuivre, se présentent ainsi, dans les calcaires primordiaux des Alpes Piémontaises, comme dans ceux de la Saxe ; les minerais de fer oxydulé y sont aussi assez fréquens. Aux célèbres mines de fer de Rancier dans les Pyré-

nées, on exploite une espèce de colonne métallifère, ou d'*amas parallèle*, formée de fer oxydé, fer hydraté, fer spathique, etc., et encaissée dans une des couches d'un terrain calcaire qui est superposé immédiatement au granite (1). En Hongrie près de Rhonitz, le fer hydraté constitue plusieurs bancs situés entre le calcaire et le micaschiste.

Nous avons vu que le terrain calcaire se montroit déjà comme subordonné à quelques terrains granitiques ; on le retrouve subordonné de la même manière, à presque tous les terrains des autres séries, particulièrement à tous ceux des séries micacée et talqueuse. Il faudroit donc, si l'on vouloit spécifier les *formations calcaires*, en établir à peu près autant qu'il existe de terrains primordiaux de toute espèce; mais l'embarras que nous avons éprouvé, dans l'étude des séries précédentes, pour établir des distinctions précises entre les divers *terrains* et les diverses *formations* de chaque série, deviendroit bien plus grand encore, si nous essayions de déterminer quelques distinctions semblables dans les terrains calcaires. On ne peut, en effet, considérer ces terrains que comme une formation non interrompue, pendant toute la période primordiale. Non-seulement on remarque ici, entre ces différens calcaires, les passages insensibles que l'on retrouve toujours en géognosie ; mais il est même plus exact de dire qu'il n'y a souvent point de passage, parce qu'il n'y a point de changemens, et que les calcaires primordiaux sont ordinairement de même nature à toutes les époques de cette classe, sauf l'influence qu'exercent sur eux les terrains auxquels ils sont subordonnés, et la tendance aux associations dont nous venons de parler. Ainsi l'association du calcaire avec les roches micacées ou talqueuses, très-feuilletées, fait prendre quelquefois au terrain une disposition et une texture schistoïde, qui changent une partie des caractères de la roche.

On doit observer que l'abondance des terrains calcaires devient, en général, d'autant plus grande que les terrains auxquels ils sont asssociés, sont moins anciens. Il paroît donc que la cause quelconque qui a produit le calcaire, peu puissante d'abord, a augmenté de force successivement. Nous verrons cette augmentation continuer dans les deux classes suivantes ; mais dans la première classe, beaucoup de géo-

---

(1) A l'article GITE DE MINERAIS, nous avons indiqué le gîte de Rancier d'une manière un peu moins précise; mais c'est depuis l'impression de cet article qu'on a reconnu, au moyen de travaux dirigés par M. l'ingénieur en chef d'Aubuisson, que l'ensemble de tous les rognons, lits et veinules de minerai de fer, formoit, dans le calcaire, une espèce de *colonne*, ou un *amas parallèle*.

logues regardent comme douteux que le calcaire constitue aucun terrain véritablement indépendant. On cite cependant des rameaux de montagnes, des îles entières (celles de Paros et d'Antiparos dans l'Archipel), comme formées de calcaire primordial; mais ces indications laissent à désirer un plus grand degré de certitude, et les rapports de gisement de ce terrain calcaire avec les autres terrains, n'ont pas été bien reconnus. Il paroît seulement probable que cette formation seroit contemporaine aux formations de micaschiste et de phyllade.

Le terrain calcaire est quelquefois bien stratifié; quelquefois aussi, sa stratification n'est nullement distincte. Il semble souvent constituer des *amas* plutôt que des *couches* réglées, et il est traversé par une multitude de fissures dirigées dans différens sens; mais souvent aussi, ces mêmes gîtes, qui offrent, dans leur examen en petit, peu ou point d'indices de stratification, étant considérés en grand, présentent une disposition remarquable par sa régularité et sa continuité sur une même ligne, pendant une très-longue étendue. M. de Charpentier a observé, dans les Pyrénées, des bancs calcaires dans le granite, sur plus de quatre lieues de longueur continue. La roche de ces bancs contient une assez grande proportion de graphite disséminé; elle contient aussi du talc, du mica, de l'amphibole blanche et soyeuse, de la chaux fluatée, de l'hématite rouge et du fer sulfuré. Les bancs calcaires sont divisés en assises, séparées quelquefois par des petites couches de granite et de gneiss. Ceux que l'on connoît dans les terrains de roches micacées de l'*Erzgebirge*, se retrouvent, sur une étendue considérable, dans des lignes parallèles à la direction des terrains qui les encaissent. Dans le *Riesengebirge* en Silésie, où le noyau granitique est recouvert, dans les différentes parties de son pourtour, par des roches de différente nature, gneiss, micaschistes, phyllades, et même des roches amphiboliques schistoïdes, M. de Raumer a reconnu une continuité bien frappante dans la direction suivant laquelle on retrouve le calcaire subordonné à tous ces terrains : il semble que ce soient les mêmes couches calcaires, qui passent du micaschiste dans le phyllade et dans la diabase. Le calcaire primordial présente, en outre, déjà le caractère propre aux formations postérieures de la même nature, et renferme des cavernes; du moins on cite comme existant dans ce terrain, les célèbres grottes d'Antiparos, ainsi que la cavité dite *Küzzelloch*, près Kauffungen en Silésie.

On ne connoît pas de filons qui puissent être regardés

comme propres au terrain calcaire primordial ; mais les couches calcaires sont souvent traversées par les filons qui courent dans les terrains auxquels elles sont subordonnées.

Le terrain calcaire primordial constitue des montagnes à pentes roides, et présente un assez grand nombre de rochers escarpés.

On doit regarder cette formation comme généralement répandue ; on la connoît à peu près dans toutes les contrées formées de terrains primordiaux à roches feuilletées, micacées ou talqueuses.

RÉSUMÉ

SUR LES TERRAINS PRIMORDIAUX.

Nous avons indiqué, dans chaque série, l'ordre probable des formations des terrains qui la composent; mais il est bien difficile d'en conclure un ordre général des formations des terrains primordiaux. En effet, cet ordre ne peut être établi que d'après les rapports de gisement de terrains universellement répandus : ceux de la série micacée sont, avec le granite, presque les seuls qui soient dans ce cas ; et cependant, certains autres terrains, par exemple des séries feldspathique et talqueuse, constituent la masse principale de formations indépendantes, dans quelques localités où l'on ne peut pas reconnoître leurs relations géognostiques avec les terrains plus généraux qui composent la série micacée ; il n'est donc pas possible d'assigner aux premiers une position précise dans l'ordre général ; il faut en faire abstraction dans la détermination de cet ordre, sauf à indiquer ensuite, pour eux, les places qu'ils paroissent occuper dans des lignes supposées parallèles à celle sur laquelle on aura marqué les divisions.

L'ordre d'ancienneté suivant nous, semble à peu près résulter de ce qui a été dit relativement à chaque terrain.

1.° Granite seul. Rappelons ici que cette formation ne paroît pas constituer les plus hautes montagnes du globe, comme on l'a dit pendant long-temps. Il sembleroit au contraire, d'après l'observation des localités où son existence est aujourd'hui constatée (dans l'état actuel de nos connoissances géognostiques), que ce terrain de granite ancien est situé à un niveau beaucoup moins élevé que plusieurs des formations suivantes.

2.° Granite avec porphyre, gneiss, pegmatite, hyalomicte, quarzite, roches amphiboliques, et calcaire.

3.° Gneiss avec granite, porphyre, pegmatite, quarzite,

amphibolite, diabase, micaschiste, stéaschiste feldspathique, et calcaire.

4.° MICASCHISTE avec granite, gneiss, porphyre, quarzite, amphibolite, diabase, stéaschiste quarzeux, calcaire, et phyllade.

5.° PHYLLADE avec granite, gneiss, micaschiste, porphyre, eurite compacte, quarzite, amphibolite, diabase, trappite, stéaschiste et calcaire.

Ici, on observe une liaison tellement complète et tellement fréquente avec des terrains tout-à-fait analogues, mais qu'on doit rapporter à la 2.e classe, qu'on est quelquefois conduit à douter qu'il y ait des phyllades réellement primordiaux. Cependant on doit le penser, puisque les phyllades alternent souvent avec les micaschistes et les gneiss, et puisqu'on retrouve, sur le phyllade, dans plusieurs contrées, et particulièrement dans le nord de l'Europe :

6.° Une seconde formation de GNEISS, avec granite, micaschiste, stéaschiste, quarzite, calcaire, etc.

On considère aussi comme étant encore primordiales, quoique postérieures au phyllade, et comme assez généralement répandues, quoique moins universelles que les terrains de la série micacée, les formations suivantes :

7.° SERPENTINE avec calcaire et EUPHOTIDE.

8.° PORPHYRE, SYÉNITE avec GRANITE, ophite, mélaphyre, variolite, et spillite ou amygdaloïde. Ici la *primordialité* est encore plus douteuse que pour tout ce qui précède.

Parmi les *formations feldspathiques* indépendantes, celle de l'EURITE SCHISTOÏDE (*weisstein*) avec granite et ophiolite, se place entre les n.os 1 et 3 ou peut-être même entre les n.os 1 et 2, et elle mériteroit probablement d'être indiquée dans la liste précédente, comme *formation générale*. Les autres formations indépendantes, composées de PÉTROSILEX, d'EURITE COMPACTE ou PORPHYROÏDE, de PORPHYRE, de VARIOLITE, etc., paroissent à-peu-près contemporaines des n.os 3 et 4, c'est à dire des gneiss et des micaschistes.

Les plus anciennes *formations talqueuses* indépendantes, composées de PROTOGYNE et de STÉACHISTE, sont probablement contemporaines seulement du n.° 6, c'est-à-dire du phyllade, puisqu'on observe une liaison, qui paroît intime, entre ces terrains talqueux et d'autres terrains entièrement semblables qu'on doit rapporter à la classe intermédiaire, liaison analogue à celle que nous venons d'indiquer pour les terrains de phyllade.

Nous avons dit qu'il y avoit lieu de douter s'il existoit des formations réellement indépendantes d'AMPHIBOLITE et

de DIABASE. Quelques terrains, regardés comme tels, reposent immédiatement sur le plus ancien granite, et ont plusieurs rapports géognostiques communs avec les terrains de gneiss et de micaschiste; ils devroient, par conséquent, être considérés comme contemporains des n.ºs 3 et 4; mais la plus grande partie de ces terrains amphiboliques paroît contemporaine au n.° 5, c'est-à-dire aux phyllades.

Le même doute existe relativement aux CALCAIRES : les masses les plus considérables de ces terrains paroissent également de formation contemporaine aux phyllades; mais on voit ici, comme pour les phyllades et les terrains talqueux, une liaison telle entre ces formations calcaires et les formations intermédiaires de même nature, qu'il en résulte de l'incertitude pour tous les calcaires non subordonnés aux autres terrains primordiaux.

Nous n'avons compris, dans l'indication des terrains primordiaux, ni le gypse, ni la roche de topaze, qui ont été indiqués comme tels par Werner, parce que, d'après les observations de M. Brochant de Villiers, le prétendu gypse primitif des Alpes doit être rapporté aux terrains intermédiaires, et parce que la roche de topaze, qui n'a été trouvée jusqu'à présent que dans une seule localité (au Schneckenstein en Saxe), ne joue pas un rôle assez important, dans la constitution de l'écorce solide du globe, pour pouvoir être considérée comme un *terrain*.

Parmi les terrains dont nous venons de retracer l'aperçu général, ceux de gneiss, micaschiste et phyllade présentent tant de liaisons entre eux, que beaucoup de géognostes ne veulent les regarder que comme membres d'une seule grande formation qu'ils nomment *formation schisteuse*. Les terrains talqueux feuilletés ne sont, dans cette manière de voir, qu'un autre membre de la même formation, qui la lie avec la formation des terrains de serpentine ou d'ophiolite; les terrains feldspathiques, calcaires et amphiboliques lui sont toujours subordonnés; ainsi, toute la série se réduit à celle-ci : 1.° granite; 2.° terrain schisteux; 3.° serpentine; 4.° porphyre.

Les géologues anglais qui, depuis vingt ans, ont beaucoup étudié les terrains de la Grande-Bretagne, et se sont appliqués à en déterminer les rapports géognostiques, en faisant abstraction de tout principe connu ou admis avant eux, ont été conduits, par leurs observations, à diviser en deux grands groupes les terrains primordiaux.

Leur premier groupe se subdivise lui-même en deux grandes formations. Dans la première formation, ils placent le gra-

nite seul ; dans la seconde , les terrains schisteux,avec le calcaire et un second granite.

Le second groupe comprend les roches porphyritiques, les trapps, les serpentines et les syénites.

Observons que ce second groupe, qui répond aux n.os 3 et 4 de la série ci-dessus réduite , est formé presque en entier de terrains dont la primordialité est aujourd'hui regardée comme douteuse. Rappelons que ce même doute existe pour une partie des terrains schisteux tant micacés que talqueux ; qu'il existe également pour les séries calcaires amphiboliques et quarzeuses, ou au moins que , dans l'examen de ces séries, on ne sait où poser la limite entre les deux classes ; enfin, rappelons les passages nombreux que nous avons signalés entre tous ces terrains, les passages qu'on observe aussi entre le granite et les roches feuilletées , la manière dont le granite reparoît dans presque toutes les formations que nous avons indiquées comme postérieures au granite ancien. Disons d'avance que nous allons voir reparoître encore le granite et presque tous les terrains de la première classe dans la classe suivante, et nous parviendrons peut-être à donner une juste idée de ce que nous avons voulu indiquer tant de fois, la suite non interrompue qui existe entre tous les terrains, la continuité de leur formation, l'impossibilité de les séparer en espèces nettement déterminées ; enfin, la nécessité où l'on est de se borner à faire connoître , pour en faciliter l'étude, certains types autour desquels on doit seulement grouper ce qui en diffère le moins , en indiquant ensuite la place qui paroît la plus probable pour chaque groupe , dans la grande série des formations minérales.

SECONDE CLASSE.

TERRAINS INTERMÉDIAIRES.

Certaines roches des terrains primordiaux peuvent renfermer quelquefois des fragmens de roches plus anciennes ; nous en avons vu des exemples pour quelques granites des formations postérieures au gneiss ; mais les fragmens, toujours peu nombreux, sont aussi toujours anguleux.

Dans d'autres terrains , au contraire , on observe des couches entièrement composées de fragmens plus ou moins roulés de roches primordiales. Ce sont de véritables *terrains* de *transport* ou *clastiques*, et leur formation doit être attribuée à une action mécanique , à un genre de phénomènes tout-à-fait différent de la précipitation qui paroît avoir produit les terrains primordiaux.

Ces terrains de transport se présentent, en masses très-considérables, alternant avec beaucoup d'autres terrains qui renferment abondamment des débris de corps organisés. Leur ensemble constitue ce que les minéralogistes nomment, depuis long-temps les *terrains secondaires*. On peut dire, en général, des *roches* de ces terrains, qu'elles sont différentes de celles des terrains primordiaux; qu'elles sont moins dures, moins cristallisées, disposées en couches moins inclinées; mais, depuis long-temps aussi, Saussure, Dolomieu et plusieurs autres géologues ont remarqué qu'on trouvoit ordinairement des *terrains de transport* sur la limite des terrains primordiaux et secondaires; Saussure en a même signalé comme situés au milieu de terrains primitifs, et les *poudingues de Valorsine* sont devenus célèbres par les observations du célèbre géologue genévois.

Vers la même époque, Werner faisoit observer que certains terrains calcaires renfermant des débris de corps organisés, ainsi que les terrains de transport désignés, par les mineurs du Hartz, sous le nom de *grauwacke*, se présentoient, dans un grand nombre de localités, alternant avec des roches trappéennes de nature tout-à-fait cristalline et semblable à celle des roches primitives; que cet ensemble de terrains offroit, dans la disposition de ses couches et dans celle des nombreux gîtes de minerais qu'il renfermoit, beaucoup de caractères qui lui étoient communs avec les terrains primordiaux, en même temps que les deux caractères principaux des terrains secondaires; enfin, qu'il se présentoit toujours au-dessous de tous les autres terrains secondaires et au-dessus des terrains primordiaux. Ces motifs le déterminoient à classer ces terrains, entre les deux groupes avec lesquels ils avoient des caractères communs, sous le nom de *terrains de transition* ou *intermédiaires* (*übergangs-gebirgsarten*), dénomination qui a été l'objet de beaucoup de critiques, et qui nous paroît cependant extrêmement heureuse, parce qu'elle exprime le passage insensible qui lie entre eux les terrains les plus différens.

Werner croyoit que les terrains intermédiaires étoient peu répandus, que leur formation avoit été de peu de durée, et il n'en indiquoit que trois espèces principales qu'il nommoit terrains de *grauwacke*, terrains de *calcaire de transition*, et terrains de *trapp de transition*; mais, depuis quinze ans, des observations nombreuses ont apporté de nouvelles preuves bien frappantes, à l'appui du principe qui a établi la classe et du nom sous lequel elle a été désignée, en faisant connoître que cette classe devoit comprendre une grande quantité des terrains réputés primordiaux, et qu'elle se lioit, d'une manière

tout-à-fait insensible, aux plus anciennes formations primordiales ; qu'il en étoit de même pour sa liaison avec les formations secondaires, qu'ainsi la *transition* étoit bien plus complète encore et la classe bien plus importante que Werner même ne l'avoit pensé.

Quelle que soit, au reste, la difficulté qui existe souvent pour reconnoître si tel ou tel terrain appartient à la classe primordiale ou à la classe intermédiaire, cette difficulté ne provient que de la rareté avec laquelle se présentent, dans les terrains les plus anciens de la seconde classe, leurs caractères distinctifs ; mais au moins ces caractères existent et sont bien déterminés. Tout terrain qui renferme des débris de corps organisés, ou des couches formées de fragmens roulés d'autres terrains, n'est plus un terrain primordial. Tout terrain qui, sans présenter lui-même l'un de ces deux caractères, recouvre les terrains qui le présentent, ou alterne avec eux, est, par conséquent, de formation postérieure ou contemporaine à la leur, et doit aussi être rangé parmi les terrains intermédiaires ou secondaires, quels que soient d'ailleurs tous les caractères, toutes les analogies qui pourroient le faire regarder comme de formation primordiale. Mais il n'en est pas de même relativement à la limite à tracer entre la seconde classe et la troisième : ici, les caractères propres à chacune d'elles ne sont pas même connus. On a désigné, comme moyens principaux de distinction, la plus ou moins grande abondance des débris de corps organisés, et le plus ou moins de régularité de la stratification ; mais l'un et l'autre sont vagues et sujets à des exceptions nombreuses. M. Omalius d'Halloy a proposé de poser la borne de séparation au point où finissent les couches inclinées, et où commence la stratification à peu près horizontale, en rattachant ainsi la seconde grande division géognostique à l'époque, bien importante sans doute dans l'histoire du globe, où le phénomène, de nature quelconque, qui a occasioné l'inclinaison ou la verticalité des couches, a cessé d'exercer une action dont il nous est impossible de bien concevoir la cause, mais qui a eu une grande influence sur la forme de nos continens. Cette idée paroît si frappante, qu'on peut être étonné qu'elle n'ait pas été saisie plus tôt, ou au moins qu'elle ne soit pas adoptée aujourd'hui par tous les géologues ; mais son application, dans les observations géognostiques, rencontreroit bientôt ces difficultés que la nature semble se complaire à opposer à l'application de toutes nos classifications des êtres. La houille, le calcaire alpin, le grès rouge, se présentent en couches tantôt plus ou moins inclinées, tantôt horizontales ; ils paroissent avoir souvent

d'ailleurs, avec les terrains qui les suivent dans l'ordre d'ancienneté, des rapports plus grands encore que ceux qui porteroient à les réunir aux terrains intermédiaires, et l'on reste, à leur égard, dans une incertitude qui est toujours la même.

Nous conserverons donc, faute de mieux, la division telle qu'elle est adoptée encore aujourd'hui par le plus grand nombre des minéralogistes; mais nous préviendrons, dès à présent, que sur chacune des séries calcaire, amphibolique, charbonneuse et autres, la liaison est telle, entre les derniers terrains de cette classe et les premiers de la classe suivante, qu'il est plus que probable que les mêmes terrains sont rapportés aux deux classes dans des localités différentes, d'après les inductions que peuvent offrir leurs rapports géognostiques soit seulement avec des terrains plus anciens, soit seulement avec des terrains plus nouveaux. Nous ferons observer que l'apparition des débris d'êtres organisés dans les roches, tel peu important que puisse paroître, sous le rapport physique, un fait qui s'annonce d'abord d'une manière si rare, détermine cependant, avec l'apparition des fragmens roulés de roches plus anciennes, la seule ligne de démarcation tranchée qui paroisse exister, en géognosie, pour les terrains anciens; qu'ainsi les terrains intermédiaires doivent être considérés seulement comme les plus anciens terrains secondaires, et que pourtant ces terrains conservent toute la disposition, toute l'*allure* des terrains primitifs, tandis qu'ils ne ressemblent en rien aux terrains secondaires plus modernes.

On avoit prétendu que la stratification des terrains intermédiaires étoit toujours *différente* de celle des terrains primordiaux situés au-dessous d'eux. Ce fait, s'il étoit exact, offriroit un caractère bien tranché pour reconnoître toujours la limite entre les deux classes, et feroit penser d'ailleurs qu'il a existé, entre leurs époques de formation, un assez long intervalle, pendant lequel la forme du sol primordial auroit éprouvé des changemens; mais il n'en est pas ainsi, au moins dans le plus grand nombre des localités où les observations ont été faites avec soin. Le plus souvent, le gisement des uns est *concordant* ou *uniforme* avec celui des autres; Leurs couches se suivent parallèlement, le changement de nature de la roche y est même souvent insensible, et il faut attendre à avoir rencontré quelques débris d'êtres organisés, ou quelque couche de roche arénacée, pour déterminer non pas que là est la limite, mais seulement que le terrain intermédiaire remonte sûrement jusque là, en attendant que de nouvelles observations analogues prouvent qu'il remonte encore plus haut.

Relativement à leur forme extérieure, à leurs dérangemens, à leurs accidens, les deux classes de terrains présentent la même concordance que relativement à la disposition de leurs couches : toutes deux constituent de hautes montagnes, et présentent des escarpemens nombreux. (Ces deux caractères sont cependant, en général, moins prononcés dans la seconde classe que dans la première.) Enfin, toutes deux présentent les mêmes espèces de gîtes de minerais métalliques ; toutes deux font partie de l'ancienne classe des *montagnes à filons* (*ganggebirge*) des mineurs allemands, et c'est seulement à la troisième classe, telle qu'on la considère encore aujourd'hui, que commencent les *montagnes à couches* (*flœtzgebirge*).

On a cru remarquer, dans un assez grand nombre de localités, que les filons des terrains intermédiaires étoient plus puissans et plus irréguliers dans leur allure que ceux des terrains primordiaux ; mais il est douteux que ce fait puisse être généralisé, ou au moins il souffre alors de nombreuses exceptions.

Les formations de transition sont particulièrement composés de terrains de sédiment et de terrains de transport ; elles contiennent cependant aussi des terrains cristallisés bien déterminés. Ceux-ci sont faciles à rapporter aux séries que nous avons établies dans les terrains primordiaux, et dont ils forment la continuation dans la seconde classe ; mais, dans les terrains de sédiment et de transport, les différens principes constituans des roches deviennent de plus en plus mélangés ; on peut cependant reconnoître, au moins pour la plupart d'entre eux, les séries auxquelles ils semblent appartenir. La série micacée est encore, dans cette classe comme dans la première, celle à laquelle appartiennent les terrains le plus généralement répandus et les plus importans. Ce n'est plus cependant que par analogie, que nous lui conservons ce nom de *micacée*, car le mica n'y est plus reconnoissable, au moins dans la masse principale des roches ; mais, comme nous verrons la série *talqueuse* se montrer, avec des caractères très-prononcés, dans les formations les plus anciennes de la classe, il faut distinguer la première, d'après le caractère des terrains primordiaux dont elle est la suite, au moins jusqu'au moment où les deux séries, tout-à-fait confondues ensemble, peuvent prendre le nom commun de *série schisteuse*. La série calcaire commence ici à constituer aussi des masses considérables de terrains. De plus, et indépendamment des différentes séries déjà reconnues dans les terrains primordiaux, nous verrons commencer, dans les terrains intermédiaires, trois autres séries que nous désignerons sous les noms de *séries charbonneuse*, *gypseuse* et *saline*,

et qui se prolongeront, en se développant davantage, dans les premiers terrains secondaires.

SÉRIE MICACÉE.

Cette série comprend des terrains de sédiment et des terrains de transport. Les premiers sont des phyllades et schistes désignés, par les minéralogistes allemands, sous le nom de *schistes de transition;* les seconds sont les psammites et les poudingues, que l'on réunit, quand ils appartiennent à la classe intermédiaire, sous le nom de *grauwacke.*

TERRAINS DE PHYLLADE ET DE SCHISTE.

On reconnoît au moins deux formations de phyllades intermédiaires. Dans la première, le phyllade constitue seul un terrain indépendant; dans la seconde, il alterne avec la *grauwacke.* LA PREMIÈRE DE CES FORMATIONS paroît, en général, plus ancienne que la seconde; elle forme la suite de la formation primitive de la même roche, suite non interrompue et dans laquelle on ne sait où placer la limite entre les deux classes; de telle sorte que beaucoup de terrains de cette espèce ont été pendant long-temps regardés comme primordiaux, jusqu'à ce qu'on y ait eu découvert quelques débris de corps organisés ou quelques couches de roches agrégées. Dans ce dernier cas, le passage le plus insensible a lieu, du schiste le plus pur à un psammite à grains fins et ensuite à plus gros grains, ainsi que nous l'avons indiqué en parlant des phyllades primordiaux, d'après les observations que nous avons faites en Saxe, aux environs de Dohna, sur la rive gauche de l'Elbe. Nous avons reconnu à ces phyllades intermédiaires, qui reposent *en gisement concordant* sur les gneiss et micaschistes, tous les caractères; nous y avons observé toutes les variétés de texture, de couleur, de composition accidentelle, qu'on reconnoît exister dans les phyllades primordiaux; nous y avons observé aussi des bancs subordonnés d'ampélite ou schiste alumineux, de jaspe schistoïde, d'amphibolite, d'eurite compacte, de gneiss, de syénite, même de granite, et des passages de toutes ces roches à la roche principale; enfin des bancs de porphyre, de quarz, de diabase grenue et schistoïde, de calcaire, et de minerais de cuivre, plomb et fer. Nous avons reconnu, dans le même pays, un semblable passage, une liaison aussi intime entre les phyllades réputés primordiaux des environs de Schneeberg et ceux qui, à peu de distance au nord de cette ville, alternent avec des bancs de psammite à très-gros grains,

et de calcaire renfermant des débris de corps organisés. Les mêmes relations ont été observées, par M. de Buch, dans plusieurs localités de la Norwége, entre les schistes qu'il regarde comme primordiaux, et ceux qui alternent avec des calcaires de transition, et qui passent insensiblement à la grauwacke. Le terrain formé de couches alternatives de calcaire et de schiste est recouvert, dans les environs de Christiania, par un porphyre, et traversé par de nombreux filons remplis par le même porphyre. Dans la Schonie, les phyllades intermédiaires renferment des couches d'ampélite, et alternent aussi avec le calcaire intermédiaire; mais dans la Gothie occidentale, ce terrain de phyllade et d'ampélite recouvre encore le calcaire, et ses couches en renferment de nombreux fragmens. Il est recouvert, à son tour, par un terrain de diabase, et le tout est disposé, en couches horizontales, au-dessus d'un grès qui repose immédiatement sur le gneiss.

Les phyllades du département du Finistère, long-temps considérés comme primitifs, et dans lesquels M. de la Fruglaye a reconnu un fragment d'*entroque* près de Morlaix, dans lesquels on vient aussi de reconnoître, aux mines de Huelgoët, quelques débris de coquilles et des fragmens roulés d'autres roches; ceux de Watteville, département de la Manche, où M. Brongniart a observé des empreintes flabelliformes qui semblent analogues à différens genres de plantes marines, mais sont trop incomplètes pour être bien reconnoissables; ceux des environs de Goslar au Hartz, que Werner citoit comme exemples de la formation primordiale des schistes argileux, et où l'on a trouvé aussi, depuis quelques années, des indices certains de corps organisés qui ne sont pas encore bien déterminés, peuvent servir d'exemple de l'extension que prend cette formation, d'après les observations nouvelles, aux dépens de ce que l'on croyoit être la formation primordiale des phyllades; de sorte qu'il est impossible de lui assigner des caractères différens de ceux que nous avons indiqués pour les phyllades primordiaux. On a dit, pendant long-temps, que les schistes intermédiaires étoient plus terreux, plus tendres, moins bien feuilletés que ceux de la première classe; mais ce caractère ne peut être assigné, tout au plus, qu'à ceux des phyllades intermédiaires qui alternent avec la grauwacke, et qui s'en rapprochent le plus; et quant au tissu plus ou moins parfaitement feuilleté, il suffira de faire remarquer que les célèbres exploitations d'ardoise des environs d'Angers en France, des environs de Gènes en Italie, des environs de Goslar au Hartz, ont lieu dans ce ter-

gniart, se trouvent dans un phyllade pailleté, alternant avec un calschiste, et subordonné au stéaschiste noduleux. Il seroit superflu de nous arrêter plus long-temps sur ce terrain, dont nous parlerons davantage, en parlant de la formation à laquelle il est ordinairement subordonné.

TERRAINS DE PSAMMITE ET DE POUDINGUE, OU TERRAINS DE GRAUWACKE.

Quelque mauvais que soit ce nom de *grauwacke*, quelque difficulté qu'il présente à prononcer pour des Français, il paroît impossible de ne pas l'employer ici, au moins concurremment avec les noms français des roches auxquelles il correspond, parce qu'il est devenu d'un usage tout-à-fait général, et parce qu'il n'a point encore, dans notre langue, d'analogue qu'on puisse lui substituer. En effet, le nom allemand de *grauwacke*, appliqué d'abord, par les mineurs du Hartz, au terrain de transport dans lequel courent leurs filons, est devenu, en allemand, une dénomination tout-à-fait géognostique, et signifie aujourd'hui, selon M. de Buch, *roche arénacée des terrains de transition*. Nous croyons devoir restreindre cette désignation bien générale, aux *roches arénacées intermédiaires de la série schisteuse*, et malgré cette restriction, ces roches comprennent encore un grand nombre de variétés des espèces *psammite* et *poudingue* de M. Brongniart, mais ne les comprennent pas toutes. Il faut donc employer, au moins quelquefois, le mot allemand, pour n'être pas obligé de répéter à chaque instant une série assez longue de noms français, et la même circonstance nous oblige à faire connoître, en peu de mots, les caractères communs aux roches que nous désignons sous une même dénomination.

La *grauwacke* est une roche formée de fragmens arrondis nombreux de quarz, de jaspe schistoïde, quelquefois de feldspath, plus souvent de roches primordiales granitiques ou micacées, fragmens enveloppés par un ciment terreux, peu abondant et de couleur ordinairement grise. Ce ciment est, en général, argiloïde, mais souvent pénétré de quarz ou de calcaire, et contenant plus ou moins de paillettes de mica. La grosseur des noyaux varie, depuis celle de la tête et au-delà, jusqu'à une ténuité presque imperceptible. Souvent, dans les grauwackes à gros grains, le ciment n'est autre chose qu'une grauwacke à grains plus fins. Ainsi définie, la grauwacke renferme la plupart des *poudingues anagénique*, *argiloïde* et *polygénique*, et des *psammites micacé*, *sableux*, *schistoïde* et *calcaire*, que nous avons décrits à l'article Roche. La struc-

ture de la grauwacke est tantôt massive, tantôt plus ou moins schistoïde ou feuilletée; dans ce dernier cas, la roche est, en général, à petits grains, et micacée. Les minéralogistes allemands distinguent, sous ce rapport, la *grauwacke commune* et la *grauwacke schistoïde* (*schieffrige grauwacke*). Ces deux variétés passent l'une à l'autre, et la seconde passe de même, quand les grains roulés cessent d'être visibles, au phyllade pailleté, ou *grauwacken-schiefer*. Quelquefois, la grauwacke schistoïde et le phyllade pailleté qui l'accompagne, sont intimement mélangés de parties quarzeuses abondantes, et l'une et l'autre roche passent au jaspe schistoïde (*kieselschiefer*). Quelquefois aussi une grauwacke à grains très-fins et à texture schistoïde, paroît imbibée à la fois de sucs siliceux et calcaires, et prend l'apparence d'un grès presque homogène ; c'est alors notre *psammite sableux*.

La grauwacke est regardée, en Allemagne, comme le type principal des terrains intermédiaires, parce que les autres roches de ces terrains ont, dans les terrains primordiaux ou secondaires, leurs analogues, desquels il peut être difficile de les distinguer; tandis que la grauwacke, dit M. Mohs, facile à reconnoître ordinairement, et exclusivement propre à la classe intermédiaire, peut servir à faire apprécier l'ancienneté relative des autres terrains avec lesquels elle se trouve en contact. Nous remarquerons cependant, que certaines variétés du psammite connu sous le nom de *grès des houillères*, ressemblent entièrement à certaines variétés de *grauwacke*, et qu'il faut avoir recours aux indications géognostiques, pour les distinguer les unes des autres.

La grauwacke renferme des débris de corps organisés, en petite quantité, mais cependant plus abondamment que les phyllades. Ces débris appartiennent aux deux règnes. Les débris végétaux sont des empreintes de *tiges de roseaux* et *de palmiers* : souvent la surface de ces empreintes est pénétrée d'anthracite. Les débris du règne animal sont des empreintes mal déterminées de coquilles qui paroissent analogues aux *cames*, des *ammonites* imparfaites, des *coralliolites* et de grandes *orthocératites*. Des empreintes, connues sous le nom d'*hystérolithes*, et qui paroissent être les noyaux de plusieurs espèces de *térébratules*, se rencontrent, en outre, quelquefois en grande abondance, mais particulièrement dans les couches de *psammite sableux*. Le même fait se présente dans plusieurs endroits du Hartz, dans le Hunsdrück (rive gauche du Rhin), et dans des échantillons provenans des États-Unis d'Amérique. Certaines grauwackes ne renferment cependant pas de fossiles : telle est celle de la Basse-

Hongrie, d'après les observations de M. Zipser, qui fait remarquer qu'on trouve, dans cette roche, tous les élémens des roches primordiales les plus anciennes, et qu'elle paroît située à la jonction des terrains primordiaux et des terrains intermédiaires.

La stratification des terrains de grauwacke est d'autant plus distincte, que la roche approche plus de la variété schistoïde. Souvent des couches extrêmement épaisses de grauwacke à gros grains, ne présentent qu'une structure massive. Plus le grain de la roche devient fin, plus la stratification devient prononcée; enfin, sa variété schistoïde présente, ainsi que son nom l'indique, outre cette stratification distincte, une structure fissile et d'autant plus feuilletée, qu'elle même approche davantage de la nature du phyllade pailleté.

L'inclinaison des couches de grauwacke est, en général, assez forte; quelquefois elle approche de la position verticale.

La grauwacke commune, et non schistoïde, est souvent traversée par une multitude de fissures dirigées dans plusieurs sens. Elle se casse difficilement, et de la manière la plus irrégulière; quelquefois elle se présente sous la forme de boules sphéroïdales ou ellipsoïdales, qui se divisent facilement en couches testacées concentriques.

Ces trois roches, grauwacke commune, grauwacke schistoïde et phyllade pailleté, composent, par couches alternatives, la masse principale du *terrain de grauwacke*. Chacune d'elles est plus abondante, selon les différentes localités; mais les couches inférieures, ou les plus anciennes de la formation, sont ordinairement à grain fin, et d'apparence presque homogène. Ce fait est remarquable au Hartz, où toutes les couches penchent à peu près uniformément vers le sud sud-est, où par conséquent les grauwackes de la partie nord, qui sont en contact avec les phyllades des environs de Goslar, plongent au-dessous des grauwackes des environs de Clausthal et d'Altenau; les premières présentent presque toutes un grain serré, et semblent passer à des roches homogènes; et ce n'est que vers le sud que l'on rencontre les poudingues à gros fragmens. Ces dernières roches présentent quelquefois des variétés qui semblent passer insensiblement aux *pséphites*, ou poudingues de la formation du grès rouge. M. Brocchi a observé de semblables passages dans la grauwacke de la vallée de Fassa, en Tyrol, et il veut en conclure que les deux formations de la grauwacke et du grès rouge doivent être réunies.

Le terrain de grauwacke renferme, comme couches subordonnées, outre le phyllade pailleté qu'on doit regarder comme partie essentielle de la formation, des bancs nombreux de jaspe schistoïde, de diabas, de spillite ou amygdaloïde, et de calcaire; il renferme quelquefois des bancs de roches porphyroïdes, dont plusieurs paroissent être des *mimophyres* (*V.* Roche), mais dont les autres sont bien semblables à de véritables porphyres. On observe souvent alors un passage insensible du porphyre au mimophyre et à la grauwacke. Ce terrain renferme, en plusieurs localités, des bancs ou des amas d'anthracite; il renferme aussi des bancs de minerai: tels sont plusieurs gîtes de plomb argentifère, dans le pays de Saltzbourg; tels sont, d'après M. Jordan, presque tous les gîtes de plomb, argent et cuivre exploités sur les bords de la Lahn, et dans toute la contrée de grauwacke de la rive gauche du Rhin; remarquons cependant que beaucoup d'autres géologues ne partagent pas cette opinion, et regardent la plupart de ces gîtes comme des filons. Mais il ne paroît pas y avoir de doute, relativement à un grand nombre de gîtes de minerai de fer exploités tant au Hartz que dans le pays de Dillenbourg, et qui constituent, dans le terrain de grauwacke, des bancs bien distincts, associés particulièrement aux spillites ou amygdaloïdes qui lui sont subordonnés.

Enfin la grauwacke renferme un grand nombre de filons, tant stériles, que métallifères. Ceux-ci donnent lieu à l'exploitation des mines célèbres du Hartz, de celles des pays d'Anhalt, de Sayn-Altenkirchen, etc. Ils sont, en général, très-larges, très-irréguliers, et séparés en plusieurs branches par des massifs ou des cloisons formées de la roche qui constitue le terrain. Les mines d'or de Vorospatak et d'Abrudbanya en Transylvanie, sont exploitées aussi, d'après Mohs, dans des filons qui courent dans la grauwacke, mais qui sont, dit-il, étroits et tortueux. Aux mines de cuivre de Zamabor en Croatie, on exploite des rognons de minerai, irrégulièremens disséminés dans la grauwacke. Les filons de quarz stériles sont nombreux dans ce terrain; on y connoît plusieurs filons de chaux fluatée. On y remarque aussi un grand nombre de filons de terre grasse, etc. *V.* Filon.

Le terrain de grauwacke recouvre quelquefois immédiatement les terrains primordiaux les plus anciens: tel est celui de Braunsdorf en Saxe, qui repose sur le micaschiste, en gisement *concordant* ou *uniforme*. Au Hartz, il recouvre quelquefois le granite; mais la primordialité de ce granite

est aujourd'hui contestée. Le plus souvent, la grauwacke repose sur les phyllades intermédiaires ou primordiaux, et toujours en gisement *concordant*. Enfin, quelquefois elle repose sur le calcaire intermédiaire, comme on le voit autour de la montagne de l'Iberg au Hartz, près de Kolaas en Norwége, etc.

Entre Schneeberg et Zwickau, en Saxe, la grauwacke repose aussi sur le calcaire de transition, et alterne ensuite avec le même calcaire comme avec une diabase schistoïde. Nous avons reconnu, dans cette localité, que la grauwacke renfermoit, dans plusieurs de ses couches, des fragmens d'un calcaire entièrement analogue à celui qui la recouvre. Ce fait singulier a été également observé par M. Mohs, dans la grauwacke des environs de Villach, en Carinthie : là, elle est subordonnée au calcaire de transition ; elle contient aussi des bancs plus petits de calcaire et de diabase, et renferme, dans ses propres couches, des fragmens des deux roches avec lesquelles elle alterne.

M. Escher cite la grauwacke comme subordonnée au calcaire alpin, dans la grande chaîne calcaire de la Suisse ; mais ce calcaire alpin est peut-être un calcaire intermédiaire ; dans le cas contraire, M. Buch ne veut pas que le terrain de transport, cité par M. Escher, porte le nom de *grauwacke*.

Les montagnes du terrain de grauwacke présentent quelquefois des escarpemens et des pentes assez roides ; mais, en général, ces pentes sont recouvertes de débris et de terre, de sorte que leur aspect n'est pas aussi pittoresque que celui des montagnes de terrains à roches feuilletées. Au Hartz, les montagnes de grauwacke ne s'élèvent qu'à environ sept cents mètres au-dessus du niveau de la mer ; mais on en cite, dans le Tyrol, qui ont jusqu'à deux mille mètres de hauteur.

Le terrain de grauwacke est assez généralement répandu. Il forme, dans le nord de l'Allemagne, une zone, remarquable par sa richesse en mines, qui s'étend du sud-ouest au nord-ouest, depuis l'*Eiffel* (rive gauche du Rhin et de la Moselle) à travers la Westphalie, jusqu'au-delà du Hartz ; on le connoît aussi en Saxe, en Tyrol, en Hongrie, dans plusieurs parties de l'Angleterre et de la France. Il paroît qu'on doit y rapporter les poudingues en couches verticales de Valorsine et plusieurs de ceux du Valais, observés par Saussure, lesquels alternent avec un phyllade pailleté (*grauwackenschiefer*), et avec un calcaire renfermant des *ammonites* et des *entroques*, mais qui alternent aussi avec un pétrosilex feuilleté. On retrouve ce terrain, avec les

mêmes associations, dans plusieurs parties des Pyrénées; on le trouve en Amérique dans les mêmes relations géognostiques qu'en Europe.

SÉRIE TALQUEUSE.

Les géologues ont cru, pendant long-temps, que les terrains talqueux appartenoient exclusivement aux formations primordiales; mais les observations faites par M. Brochant-de-Villiers, dans les Alpes, et particulièrement dans la Tarentaise, ont fait connoître qu'une grande partie de ces terrains devoit être rapportée à la classe intermédiaire, parce qu'elle renfermoit des couches de poudingues dont quelques-unes étoient de véritables *grauwackes*, et des anthracites, avec des empreintes de végétaux; enfin parce qu'elle étoit associée avec des calcaires qui renfermoient aussi des poudingues et des débris de corps organisés. Les mêmes observations ont prouvé que les terrains talqueux intermédiaires étoient intimement liés avec tous les terrains primordiaux de même nature de la chaîne centrale des Alpes; que par conséquent ceux-ci devoient être considérés comme les derniers de la première classe, et les autres comme les premiers de la classe suivante, et qu'il y avoit ici, comme nous l'avons vu pour la série précédente, un passage tellement insensible des terrains primordiaux aux terrains intermédiaires, qu'on ne sait où placer, dans les Alpes, la ligne de démarcation qui les sépare. MM. d'Aubuisson, Omalius-d'Halloy et Ménard de la Groye, ont confirmé, depuis, l'exactitude des observations de M. Brochant, en faisant voir que les inductions qu'il en avoit tirées s'appliquoient aussi à d'autres localités que celles qu'il avoit observées.

La partie sud-est de la chaîne centrale des Alpes, dans laquelle toutes ces observations ont été faites, est la première contrée où l'on ait signalé des terrains talqueux intermédiaires; peut-être parce que l'ancienne opinion de la primordialité absolue du talc a empêché d'observer avec assez de soin d'autres pays où l'on auroit pu, depuis long-temps, constater des faits analogues; mais les observations de MM. Brongniart et Omalius-d'Halloy, en Normandie et en Bretagne, ont fait connoître, depuis, dans toute la côte nord-ouest de la France, une formation du même genre, composée de stéaschistes, de phyllades ou schistes ardoisés et schistes argileux, et de quarzites grenus. Nous indiquerons aussi, comme appartenant probablement aux mêmes terrains, plusieurs parties du Hunsdrück (rive gauche du Rhin), et spécialement une grande portion de la crête dite *Sohn-*

wald, que le Rhin traverse un peu au-dessous de Bingen, et qui se dirige du nord-est au sud-ouest, vers Stromberg et Kyrn. Cette crête est formée de quarz grenu alternant avec des phyllades talqueux et des stéaschistes qui abondent surtout dans les montagnes des bords du Rhin, près de Bingen, et qui se retrouvent sur la rive opposée : cette formation paroît située au-dessous des calcaires marbres exploités à Stromberg, et des phyllades et schistes ardoises qui composent la grande masse du Hunsdrück ; mais il y a, dans tout ce pays, une liaison intime entre la formation ardoisière et la formation talqueuse.

Nous donnerons seulement quelques détails sur les terrains talqueux intermédiaires des Hautes-Alpes ; ils sont formés: 1.° de STÉASCHISTE, dont quelques variétés paroissent passer au micaschiste ou au gneiss, et dont d'autres variétés passent entièrement au phyllade et au schiste, lesquels se mélangent souvent de parties calcaires en grande proportion;

2.° De SERPENTINE qui se présente en couches mal réglées, alternant avec le terrain précédent et avec le terrain calcaire ;

3.° De QUARZITE ou roche à base de quarz *grenu* ou *compacte*, renfermant souvent du talc et quelquefois du mica ;

4.° De POUDINGUES quarzeux et stéatiteux ;

5.° De PHYLLADE PAILLETÉ entièrement analogue à ceux des terrains de grauwacke ;

6.° D'ANTHRACITE qui se rencontre en couches et en amas, particulièrement avec les deux terrains précédens ;

7.° D'AMPHIBOLITE et de CORNÉENNE en bancs subordonnés aux deux premiers n.^{os} et au n.° suivant ;

8.° De CALCAIRE souvent talqueux ou micacé, qui constitue la masse principale de ces terrains, qui alterne souvent avec les quatre premiers n.^{os} précédens, et qui présente des passages nombreux au phyllade et au stéaschiste ;

9.° Enfin de POUDINGUES CALCAIRES qui alternent aussi avec le calcaire et les terrains talqueux.

Nous reviendrons sur les n.ºs 3 à 9, en traitant des séries suivantes ; nous devons seulement faire observer, en ce moment, au sujet des n.ºs 1 et 2, qu'ils ne présentent, dans leur nature et leur disposition, aucune différence avec les terrains talqueux primordiaux dont ils sont la suite, de sorte qu'on ne peut les en séparer qu'en observant qu'ils alternent avec les numéros suivans. Ces terrains renferment les mêmes bancs subordonnés d'amphibolite, de diabase, de calcaire, que nous avons indiqués pour les stéaschistes primordiaux ; on n'y observe également, en gîtes de minerais métalliques,

que des *bancs* ou des *amas parallèles*. Le gîte de plomb argentifère, exploité à Pesey, en Savoie, est un amas parallèle, encaissé dans un stéaschiste qui passe au phyllade, et qui alterne avec les *calschistes stéatiteux* ou *schistes rubanés*, lesquels forment un des passages du terrain talqueux au terrain calcaire. Il est probable que plusieurs des gîtes de nature analogue, connus en Piémont, indiqués comme existant dans le terrain primordial, doivent être rapportés au terrain talqueux intermédiaire.

Les stéaschistes (n.° 1) passent aux phyllades et schistes argileux; les poudingues quarzeux et stéatiteux (n.° 4) passent à la *grauwacke :* dans ces deux cas, les propriétés du talc disparoissent dans les roches qu'il semblent contribuer à former, comme celles du mica disparoissent dans les roches analogues; mais le mica reparoît au moins, en parcelles visibles, dans la suite de la série ; le talc ne reparoît pas. Il ne s'est montré, en masses un peu considérables, qu'à la fin de la période primordiale. Il ne se montre plus, à partir du commencement de la période intermédiaire ; et il semble se fondre alors dans la série micacée que nous désignerons, en conséquence, dans les formations suivantes, sous le nom de *série schisteuse.*

SÉRIE QUARZEUSE.

Les terrains quarzeux de la classe intermédiaire, paroissent intimement liés avec les terrains micacés et talqueux ; ils alternent toujours avec les uns ou les autres, se fondent souvent avec eux par des passages nombreux, et se fondent aussi, en partie, dans les terrains de transport communs à ces deux séries, ou dans la formation de la grauwacke.

La série quarzeuse intermédiaire comprend des quarzites, des jaspes schistoïdes et des terrains de transport (brèches, poudingues ou grès).

TERRAINS DE QUARZITE.

Ils sont formés par les roches désignées par MM. Brochant-de-Villiers et Omalius-d'Halloy, sous les dénominations de *quarz compacte* et *quarz grenu*, soit purs, soit mélangés de mica ou de talc, roches que l'on a souvent indiquées, dans les descriptions géognostiques, sous le nom de *grès quarzeux*.

Ces quarzites ne paroissent pas constituer de formation indépendante ; mais ils se présentent en abondance dans les terrains de stéachiste, de phyllade et de calcaire, avec une stratification plus ou moins distincte ; ils alternent avec les

roches principales de ces terrains, et en forment quelquefois eux-mêmes la masse prédominante, sur une épaisseur assez considérable. Dans ce dernier cas, les parties où le terrain quarzeux est dominant, ayant offert plus de résistance que les parties plus schisteuses, aux destructions opérées soit par l'influence des agens atmosphériques, soit par les grandes alluvions, soit par toute autre cause de bouleversement, constituent aujourd'hui des crêtes plus élevées que tout ce qui les entoure, dont le sommet présente quelquefois des rochers escarpés, formés par des couches verticales demeurées en place, et dont les pentes sont couvertes de blocs de quarz nombreux. Ce fait est remarquable dans les terrains de Bretagne et de Normandie, observés par MM. Omalius-d'Halloy et Brongniart, comme dans le terrain schisteux du Hunsdrück, que nous avons déjà cité plusieurs fois, et dont les deux crêtes principales, connues sous les noms de *Hohewald* et *Sohnwald*, sont presque entièrement formées de quarzite, associé, particulièrement dans le *Sohnwald*, à des schistes talqueux. Dans les parties où le quarzite étoit moins abondant et où le terrain s'est abaissé par suite de la destruction des schistes, on observe aussi, à la surface, une grande quantité de blocs et de fragmens roulés de quarz, reste des anciennes couches formées par cette roche, et des filons nombreux que le terrain renferme presque toujours.

Dans les terrains talqueux des Hautes-Alpes, le quarzite forme souvent des masses énormes très-bien stratifiées, quelquefois même schistoïdes, qui alternent avec les calcaires, les stéachistes et les phyllades. Dans plusieurs couches, on voit la roche prendre l'apparence de brèche; dans d'autres, elle renferme réellement des fragmens arrondis ou anguleux, disposés en lits réguliers dans l'intérieur de la couche, et elle constitue un véritable poudingue quarzeux. Quelquefois elle contient des noyaux de stéatite, et on observe, entre les roches de quarz presque pur et les roches toutes talqueuses, une foule de modifications intermédiaires. Quelques-unes de ces modifications, dit M. Omalius-d'Halloy, présentent un mélange intime des molécules quarzeuses et talqueuses.

Le terrain de quarzite ne contient pas de débris de corps organisés; il est souvent traversé par une grande quantité de veinules ou petits filons de quarz. Beaucoup de filons plus considérables de la même substance, qui contiennent quelquefois des minerais métalliques, courent dans les terrains schisteux auxquels le quarzite est subordonné.

Ce terrain n'a pas été étudié dans un assez grand nombre

de localités pour que l'on sache s'il est plus ou moins général ement répandu ; nous dirons seulement qu'il est fort abondant dans les Alpes, dans les formations schisteuses des bords du Rhin, et dans les contrées de l'ouest de la France.

TERRAINS DE JASPE SCHISTOÏDE.

Le jaspe schistoïde constitue rarement des terrains étendus. Il se présente presque toujours subordonné aux formations de phyllade ou de grauwacke et phyllade, et on observe constamment des passages entre les roches de phyllade et celles de jaspe schistoïde. M. de Buch cite des exemples de passages semblables, du schiste à la grauwacke et de la grauwacke au jaspe schistoïde, dans plusieurs localités de la Norwége où cette dernière roche recouvre presque constamment les deux autres. Le jaspe forme aussi de petits amas ou des rognons dans le calcaire intermédiaire. Quelquefois le jaspe schistoïde n'est pas sensiblement stratifié : ailleurs, au contraire, la stratification est très-distincte. Dans ce dernier cas, les différentes couches, ou les différentes assises d'une même couche, présentent quelquefois des couleurs différentes, qui donnent à leur ensemble un aspect aussi agréable que varié. C'est de ces couches que proviennent les *jaspes rubanés* (*band jaspis*) du Hartz. Souvent, dans les terrains de grauwacke de cette contrée, on observe des bancs subordonnés de jaspe schistoïde, dans le voisinage des bancs de fer oxydé rouge. La roche passe alors quelquefois au jaspe rouge et au quarz rubigineux (*Eisenkiesel.*)

Le jaspe schistoïde ne paroît pas contenir de couches subordonnées ; il est quelquefois traversé par des veines nombreuses de quarz ou de calcédoine, quelquefois aussi par les filons métallifères des terrains desquels il fait partie. On n'y a cité, dans aucune localité, de débris de corps organisés.

Quand ce terrain est en masse considérable, il constitue souvent des montagnes de forme conique, à pentes roides, et présente des rochers escarpés. On observe ce fait au Hartz, en Bohème et ailleurs.

Le jaspe schistoïde paroît assez généralement répandu dans toutes les contrées où l'on observe des terrains intermédiaires.

TERRAINS DE TRANSPORT, BRÈCHES QUARZEUSES, POUDINGUES, PSAMMITES, GRÈS.

Les quarzites et les jaspes schistoïdes des terrains intermédiaires alternent souvent avec des BRÈCHES formées de fragmens peu arrondis, de nature entièrement analogue à celle de la roche principale du terrain, et on observe alors, entre

la roche mère et la brèche, des nuances intermédiaires telles, qu'on ne sait quelquefois à laquelle des deux rapporter telle ou telle couche. Cette alternative d'un terrain cristallin avec un terrain de transport formé de ses débris, est un de ces faits inexplicables pour nous, que la nature nous présente souvent dans les observations géognostiques.

Les mêmes alternatives et les mêmes passages se présentent entre des quarzites compactes, des quarzites grenus et des Grès bien reconnoissables pour tels. Aux environs de Kinnekuhle, dans la Gothie occidentale, un grès jaunâtre à grain fin, sans aucun ciment, repose sur le gneiss, en couches horizontales, et d'après les observations de M. Hausmann, il est situé au-dessous de tous les autres terrains intermédiaires de cette contrée, terrain formé de calcaire, de phyllade, d'ampélite et de diabase.

Les Psammites quarzeux paroissent devoir, en général, être rapportés aux formations intermédiaires. Ceux que M. Leschevin a observés dans une grande partie de la Bourgogne, sont toujours situés entre les terrains primordiaux et les calcaires secondaires. Ils ne renferment aucuns débris de corps organisés; les fragmens qui les composent sont presque anguleux, le ciment est peu abondant, argileux, siliceux ou calcaire. Sur ces psammites reposent des grès, et sur ces grès les anciens calcaires secondaires.

Dans les Alpes, les Poudingues quarzeux alternent avec les quarzites, les stéaschistes et les roches calcaires. Plusieurs de ces poudingues passent à une grauwacke bien caractérisée, et les fragmens qu'ils renferment, devenant alors de plus en plus petits, ils passent également à de véritables *phyllades pailletés* qu'on a quelquefois indiqués, dans les Alpes, comme *micaschistes*, mais qui sont analogues aux phyllades des terrains de grauwacke. Les terrains de transport de la série quarzeuse se lient ainsi à ceux des séries talqueuse et micacée, comme nous l'avons vu pour les terrains originels des mêmes séries; ils se fondent en partie les uns dans les autres, dans les formations des terrains secondaires.

SERIE CALCAIRE.

Les terrains calcaires intermédiaires sont intimement associés aux terrains des séries précédentes : souvent ils leur sont subordonnés; souvent aussi ils constituent la masse principale de montagnes, dans lesquelles les formations schisteuses et quarzeuses sont moins importantes; enfin, quelquefois le calcaire est tout-à-fait seul, et ne renferme pas de couches subordonnées. Le terrain calcaire forme

ainsi, dans la grande période intermédiaire, une masse très-abondante, dont les parties les plus anciennes se lient aux calcaires primordiaux, de telle sorte qu'on ne sait souvent où finissent les uns et commencent les autres, parce que les débris de corps organisés y sont extrêmement peu nombreux, et dont les parties les plus modernes présentent, au contraire, un passage tellement insensible aux calcaires secondaires, qu'une difficulté plus grande encore existe pour les en distinguer.

Les roches qui constituent les terrains calcaires intermédiaires, sont des CALCAIRES purs, des CIPOLINS, des OPHICALCES, des CALCIPHYRES. On y observe aussi des roches agrégées ou arénacées, qui forment des couches de terrains de transport. Le calcaire y est le plus souvent *compacte*, quelquefois *sublamellaire ;* quelquefois enfin, dans les formations les plus anciennes, *grenu* ou *saccharoïde*, et semblable aux calcaires des roches primordiales. Quand la roche est mélangée, sa structure est quelquefois *porphyroïde*, plus souvent *entrelacée.* Ces calcaires présentent des couleurs vives, quelquefois très-variées, et fournissent presque tous les *marbres* assez beaux pour être transportés au loin.

Ils renferment des débris de corps organisés, très-rares dans les plus anciennes formations, assez abondans dans les formations plus récentes : les plus anciens de ces débris paroissent appartenir à des espèces analogues aux *ammonites* ou aux *nautiles*, dont on a rencontré quelques individus dans certains calcaires long-temps regardés comme primitifs. Les autres calcaires intermédiaires renferment des *orthocératites*, des *trilobites*, des *trochites* ou portions d'*encrines*, l'*echidnis diluviana* de Montfort, des *corralliolites*, enfin des *madrépores* dont les espèces ne sont pas assez caractérisées pour être déterminables, mais qui existent si abondamment dans quelques calcaires de cette classe, que ces roches paroissent en être entièrement formées, et que plusieurs minéralogistes les regardent, par cette raison, comme des bancs de coraux de l'ancien monde, analogues à ceux qui existent et se forment journellement dans nos mers.

Les calcaires intermédiaires sont quelquefois distinctement stratifiés ; ils présentent même quelquefois la structure schistoïde, particulièrement quand ils alternent avec des terrains schisteux ; ailleurs, au contraire, quand ils composent des masses considérables, leurs couches sont souvent très-épaisses, et leur stratification est peu sensible. Ils renferment des cavernes, comme tous les terrains de nature semblable.

La série calcaire est à peu près non interrompue dans toute la période intermédiaire, et il est impossible d'y reconnoître des *formations distinctes*. Nous essaierons, cependant, de classer ces différens terrains en trois formations ou subdivisions, c'est-à-dire, de les rapporter à trois types principaux, en prévenant que cette classification nous paroît presque entièrement artificielle, et que les trois formations se fondent insensiblement l'une dans l'autre.

La première formation comprendra les calcaires contemporains aux plus anciens terrains schisteux intermédiaires; la seconde, les calcaires des terrains de phyllades moins anciens, et des terrains de *grauwacke;* la troisième, les calcaires en grandes masses indépendantes. L'ordre dans lequel nous présentons ces trois subdivisions n'indique pas une opinion sur leur ordre d'ancienneté relative. La première paroît bien, en effet, antérieure aux deux suivantes : mais, pour celles-ci, rien n'indique une antériorité constante de l'une ou de l'autre ; elles semblent, au contraire, si on les considère en général, tout-à-fait contemporaines, et nous ne les distinguons que sous le rapport de l'importance relative du calcaire dans chacune d'elles.

La première formation est encore peu connue. On ne l'a indiquée, jusqu'à présent, que dans un petit nombre de localités, où des observations récentes ont conduit à la distinguer des calcaires de formation primordiale ; elle renferme des calcaires saccharoïdes et grenus, tout-à-fait analogues aux calcaires primordiaux, et d'autres qui en diffèrent un peu : ils sont, en général, blancs, grisâtres, bleuâtres ou jaunâtres, mais rarement de couleur foncée; on y exploite de très-beaux marbres blancs et de beaux marbres cipolins. Plusieurs de ces calcaires grenus sont à grains extrêmement fins ; quelques-uns semblent passer à la dolomie, dont ils présentent aussi une partie des caractères chimiques ; d'autres passent au calcaire compacte, dont on connoît également des couches dans cette formation. Celui-ci est à pâte très-fine, ordinairement de couleur blanchâtre ou jaunâtre, et translucide sur les bords ; il contient quelquefois des cristaux de feldspath ou de quarz, et constitue alors la roche que M. Brongniart a nommée *Calciphyre*.

Ces calcaires prennent quelquefois l'apparence *glanduleuse*, qui devient dans certaines couches de plus en plus prononcée, et on y reconnoît enfin de véritables roches de transport, des *brèches* ou *poudingues calcaires*, dans lesquels les noyaux sont ordinairement compactes, tandis que la pâte est grenue.

Cette formation calcaire paroît très-répandue dans les Alpes; elle forme la masse principale des terrains de la Tarentaise, où elle alterne avec des terrains talqueux et quarzeux, comme avec des terrains à anthracite. La roche calcaire est quelquefois fétide, et il s'en dégage une odeur d'hydrosulfure très-marquée. Elle présente des passages nombreux au stéaschiste et au phyllade; les nuances intermédiaires entre les deux roches constituent les CALSCHISTES. On a retrouvé les mêmes calcaires, disposés de la même manière, au *Col de Tende* dans les Alpes maritimes; enfin, on les retrouve jusqu'en Carinthie et en Tyrol, avec les mêmes caractères, et quelquefois avec les mêmes cristaux de feldspath; c'est, du moins, ce qui semble résulter de la description des montagnes des environs de Villach, par M. Mohs, et de deux mémoires de MM. Lupin et Brocchi, dans lesquels ils classent les *calcaires des Alpes en trois qualités ou formations*, dont celle-ci constitue la plus ancienne: mais, dans l'intérieur des Alpes de la Suisse, ces calcaires ne paroissent pas avoir été indiqués jusqu'ici, probablement parce qu'on les aura regardés comme faisant partie des terrains primordiaux de la chaîne centrale.

Il paroît que la même formation existe en abondance dans les Pyrénées, où l'on assure qu'elle se lie, par des nuances insensibles, aux calcaires primordiaux.

Nous citerons, comme troisième exemple, les calcaires observés en Saxe, sur la rive gauche de l'Elbe, dans toute la formation schisteuse qu'on a long-temps regardée comme primordiale, mais dans laquelle nous avons reconnu quelques bancs de psammite ou *grauwacke*, subordonnés, et qui par conséquent doit être rapportée aux terrains intermédiaires. Ces calcaires ont toute l'apparence de calcaires primordiaux; ils sont, en général, grenus à grain plus ou moins fin, et la roche passe quelquefois à la structure compacte. Ils renferment de petites couches ou de petits amas de quarz, de diabase et d'ampélite.

Dans le premier exemple, le terrain calcaire constitue la masse principale de la formation dont il fait partie. Dans le troisième exemple, au contraire, il est en bancs subordonnés au terrain de phyllade, bancs qui se retrouvent, sur plusieurs lieues de longueur, suivant des lignes parallèles à la direction générale des couches, avec une régularité remarquable.

On n'a pas cité, jusqu'à présent, de gîtes de minerais métalliques dans cette formation calcaire; mais il est probable qu'elle s'étend beaucoup plus loin, dans les Alpes,

découvert les masses d'argile qu'elles renfermoient, et qui paroissent alors par les escarpemens, comme attachés au terrain calcaire, sans doute le gisement déterminé.

Le calcaire intermédiaire repose quelquefois immédiatement sur les terrains primordiaux les plus anciens, comme on le voit dans plusieurs endroits de la chaîne centrale des Alpes. Relativement aux autres terrains de transition, le calcaire présente tous les rapports de gisement qui indiquent une formation générale à peu près contemporaine ; cependant la formation indépendante de ce calcaire se montre plus souvent au-dessous qu'au-dessus de la grauwacke. On peut observer, par exemple, que le terrain de grauwacke du Hartz repose sur un calcaire, tant aux environs de Grund qu'aux environs de Rübeland, c'est-à-dire aux deux extrémités est et ouest de la masse de montagnes qu'il constitue. Près de Kelaas en Norwége, M. de Buch a observé aussi la grauwacke sur le calcaire intermédiaire : le tout est recouvert par le porphyre ; mais nous avons vu que, dans d'autres parties de la Scandinavie, le calcaire reposoit sur un grès, et que, dans l'Eiffel, il paroissoit recouvrir le terrain de grauwacke.

Les montagnes de terrain calcaire intermédiaire sont quelquefois très-élevées ; elles atteignent, dans les Alpes, jusqu'à quatre mille mètres de hauteur. Même dans les contrées beaucoup plus basses, elles présentent souvent des rochers très-escarpés et des vallées étroites et pittoresques.

Cette formation paroît être très-généralement répandue ; mais, relativement à plusieurs localités, on ne sait si le terrain calcaire doit être rapporté aux formations intermédiaires ou à la plus ancienne formation de calcaire secondaire, désignée sous le nom de *calcaire alpin*. Ce doute existe, par exemple, relativement aux calcaires du Derbyshire et du Northumberland, à ceux de la Belgique, même à ceux d'une grande partie des Alpes, ainsi que nous le dirons en parlant du calcaire alpin avec lequel il est au moins certain que le calcaire intermédiaire a beaucoup de caractères communs, et auquel il passe d'une manière insensible, de sorte qu'on se trouve évidemment sur le terrain secondaire, sans pouvoir reconnoître quand on a quitté le terrain de la classe précédente.

SÉRIE AMPHIBOLIQUE ou TRAPPEENNE.

Nous avons vu, dans les séries précédentes, les terrains intermédiaires se présenter comme la suite des terrains primordiaux de même nature, mais offrir, en général, une structure d'autant moins cristalline, et les traces d'un dépôt d'autant plus confus, qu'ils s'éloignoient davantage des plus

anciennes formations primordiales. La série amphibolique nous présente encore un peu le même caractère, mais d'une manière beaucoup moins prononcée, et tous les terrains de cette série paroissent être, dans la seconde classe comme dans la première, le produit d'une précipitation chimique, précipitation qui cependant semble, pour la plupart d'entre eux, avoir été moins tranquille, moins pure que pour les terrains primordiaux. L'amphibole ne se montre, avec des caractères bien reconnoissables, que dans un petit nombre de terrains les plus anciens de la série. Les roches des autres terrains, quoiqu'on ne puisse pas les séparer des premières avec lesquelles elles sont intimement liées, ont souvent pour base des mélanges intimes de plusieurs minéraux, auxquels on conserve le nom de *cornéenne*, mais qui passent au pétrosilex, à la vake, au basalte, à l'argilolite, et ne manifestent plus les propriétés de la substance qui, dans la première classe, donnoit à toutes les roches leurs principaux caractères; aussi emploie-t-on rarement, pour les désigner, le nom de *roches amphiboliques;* on les nomme ordinairement roches de *trapp* ou *trappéennes*, et ce nom nous a paru devoir être associé au premier nom de la série.

Les terrains intermédiaires de cette série ne renferment pas ordinairement de débris de corps organisés; nous en citerons cependant, dans la formation du spillite variolé Il n'est pas certain qu'ils ne renferment pas de roches de transport.

Ces terrains sont l'amphibolite, la diabase, l'ophite, le trappite, la cornéenne et le spillite ou amygdaloïde.

TERRAINS D'AMPHIBOLITE.

On ne connoît l'amphibolite que subordonné aux terrains qui paroissent former les anneaux les plus anciens de la chaîne intermédiaire, ceux qui se lient le plus intimement aux terrains primordiaux. M. Brochant l'indique en gros rochers auprès de Bonneval en Tarentaise, rochers qu'il n'a pas vus en place, mais qui sont si volumineux qu'ils ne peuvent être venus que des montagnes des environs, lesquelles sont entièrement formées de calcaire intermédiaire et de roches talqueuses de la même époque.

Nous avons reconnu l'amphibolite en bancs subordonnés aux phyllades des environs de Dohna, sur la rive gauche de l'Elbe, c'est-à-dire dans un terrain qui présente tous les caractères des formations primordiales, sauf qu'il renferme quelques couches de roches arénacées.

TERRAINS DE DIABASE, D'OPHITE ET DE TRAPPITE.

La *diabase* est assez abondamment répandue dans les for-

mations intermédiaires. Cette roche est rarement schistoïde, rarement aussi granitoïde et à grains cristallins bien distincts. Ordinairement sa cassure est presque compacte, et sa couleur d'un vert à peu près uniforme ; elle présente cependant des cristaux reconnoissables, et quelquefois plusieurs des cristaux de feldspath sont assez gros pour donner à la roche la structure porphyroïde.

La diabase constitue des bancs subordonnés dans les terrains de phyllade, de psammite (*grauwacke*) et de calcaire intermédiaire. Dans les deux premiers terrains, les bancs sont quelquefois assez épais pour former presque des montagnes entières, mais jamais cependant on ne peut les considérer comme un terrain indépendant. Les bancs de diabase, plus tenaces que les roches des terrains qui les encaissent, présentent souvent des rochers saillans à la surface du sol.

On trouve aussi la diabase intermédiaire au-dessus de tous les autres terrains de la même classe. M. Hausmann indique ce mode de gisement du terrain amphibolique, comme se présentant en plusieurs parties de la Suède, et particulièrement aux environs de Kinnekulle. Dans cette contrée, le terrain primordial est, ainsi que nous l'avons déjà cité plusieurs fois, recouvert par un terrain intermédiaire disposé en couches parfaitement horizontales. Celle qui repose immédiatement sur le gneiss est un grès à grain très-fin sans ciment. Il est recouvert par un calcaire renfermant des *orthocératites*, sur lequel repose un phyllade qui contient des couches d'ampélite, et sur ce phyllade repose la diabase qui forme le sommet des montagnes. Cette disposition est d'autant plus frappante, que les couches de dessous débordent toujours un peu les couches supérieures, de sorte que le tout forme une suite de terrasses ou de grandes marches d'escalier au-dessus les unes des autres.

L'*ophite*, qui n'est qu'une diabase porphyroïde, dans laquelle la pâte est plus compacte et les cristaux de feldspath sont plus prononcés, se trouve de même subordonné aux autres formations intermédiaires : celui de Rübeland, au Hartz, paroît former un banc encaissé dans le calcaire.

Le *trappite* se présente également en bancs subordonnés, particulièrement dans les terrains schisteux, mais beaucoup moins fréquemment que la diabase. Nous citerons seulement pour exemple, ceux que M. Brongniart a reconnus dans les phyllades intermédiaires du Cotentin.

Il ne paroît pas que les terrains de diabase intermédiaire renferment des couches subordonnées. On n'y indique pas non plus de gîtes de minerais métalliques.

TERRAINS DE CORNÉENNE ET DE SPILLITE (*amygdaloïde*).

On doit probablement distinguer plusieurs formations dans ces terrains. L'une d'elles pourroit être désignée sous le nom de formation du *spillite variolé*. Elle comprend, sous le point de vue géognostique, une partie des roches réunies dans la variété du spillite *commun*, ainsi que toutes celles des variétés *zootique* et *veinée* (*V*. ROCHE et SPILLITE). La pâte de ces roches est quelquefois une véritable diabase, quelquefois c'est une cornéenne; quelquefois elle perd les caractères amphiboliques, et ressemble à une vake qui seroit colorée en vert par la chlorite; quelquefois elle se mélange de chaux carbonatée en assez grande proportion. Les noyaux sont calcaires et lamelleux; quelquefois ils sont formés par des portions d'*entroques*, qu'on ne reconnoît, pour vestiges de corps organisés, que par l'altération de la surface des rochers. Les noyaux se désagrégent et se détachent souvent avec facilité de la roche, qui devient alors semblable à une lave boursoufflée.

Ces roches, pour lesquelles nous avons été obligés d'indiquer quelques caractères oryctognostiques, parce qu'elles sont confondues avec d'autres roches dans l'espèce *spillite*, paroissent constituer un terrain particulier qui se présente, avec les mêmes caractères et les mêmes associations, dans plusieurs contrées éloignées les unes des autres. Il est subordonné au terrain de grauwacke, en bancs souvent très-puissans qui forment des montagnes entières; il est ordinairement associé avec des bancs calcaires, et renferme des bancs de fer oxydé rouge terreux mêlé de fer oxydulé, de jaspe rouge et de quarz rubigineux.

Ce terrain forme des zones assez étendues qui se prolongent à travers tout le terrain de grauwacke du Hartz. On le connoît, dans ce pays, sous le nom de *blatterstein*, de *perlstein*, de *wackenartiger grünstein* (*diabase vakoïde*). On y exploite une grande quantité de mines de fer. On le retrouve dans le terrain de grauwacke du pays de Dillenbourg (rive droite du Rhin) : il y est désigné sous le nom de *schaalstein*, et renferme aussi beaucoup de mines de fer. Il est probable que les roches connues sous le nom de *variolites du Drac*, proviennent d'un terrain analogue, et qu'il existe encore dans d'autres contrées où on ne l'a pas fait connoître.

La cornéenne et les autres variétés de spillite, qu'on pourroit désigner sous le nom de *spillites amygdaloïdes*, et qui comprennent les *mandelstein* des Allemands, semblent constituer une série de petites formations assez distinctes de la

précédente, ou plutôt une formation non interrompue à travers toute l'époque intermédiaire, formation qui paroît faire suite à celle des amphibolites, et se confondre quelquefois avec celle des diabases et des trappites. M. Brochant a indiqué la cornéenne en bancs subordonnés aux stéaschistes de la Tarentaise. On a cité, près de Berneck dans le pays de Bareuth, des amygdaloïdes *primordiales* qui doivent être probablement rapportées aux anciennes formations intermédiaires. On en indique dans plusieurs localités de la Bohème et du Voigtland, comme superposées à tous les terrains primordiaux.

On veut aussi rapporter à ces formations intermédiaires : 1.° Les trapps amygdaloïdes ou *toadstone* du Derbyshire, qui alternent avec les calcaires de la même contrée d'une manière assez irrégulière, et qui ne sont pas traversés par les filons métallifères qui courent dans le terrain calcaire ; mais il y a ici, autant d'incertitudes que de faits énoncés. Les minéralogistes anglais rapportent le calcaire du Derbyshire au *calcaire alpin* et non aux terrains intermédiaires ; il est douteux que le trapp soit disposé en couches qui alternent avec le calcaire ; enfin, il est douteux que les gîtes de minerai soient de véritables filons.

2.° La formation trappéenne des bords de la Nahe, qui forme une zone dirigée du nord-est au sud-ouest (comme le cours de la Nahe et comme tous les terrains schisteux de cette contrée) depuis les environs de Creutznach jusqu'aux sources de la Nahe et de la Brems, et qui jette des rameaux vers l'est jusqu'aux environs du Mont-Tonnerre, zone dont la masse principale semble séparer les terrains de phyllade et de quarz du Hunsdrück des terrains secondaires anciens du Palatinat. Elle renferme les amygdaloïdes, les rétinites et les porphyres des environs d'Oberstein, les mines de cuivre de Fischbach et de Nohfeld, etc. On a regardé long-temps cette formation comme primordiale. Depuis, en la classant parmi les terrains intermédiaires, on l'a désignée comme plus ancienne que les terrains schisteux du Hunsdrück ; cependant tous les indices de stratification qu'on remarque dans les trapps et cornéennes de la Nahe, montrent que leurs couches penchent tantôt vers le nord-est, tantôt vers le sud-est, par conséquent qu'elles semblent toujours s'appuyer sur les terrains de phyllade et de quarz situés à l'ouest et au nord-ouest du terrain trappéen. De plus, des observations récentes tendroient à faire penser que cette formation alterne avec des couches de poudingues à gros fragmens qu'on observe près d'Oberstein, et avec des couches de *grès rouge* qui traversent la Nahe à plusieurs reprises entre Oberstein et Kyrn, ce qui rangeroit

tout ce terrain dans les formations secondaires. Cette opinion paroît confirmée par des passages que nous avons observés entre les cornéennes, les amygdaloïdes et de véritables roches agrégées, tant aux environs d'Oberstein que près de Wadern, et sur la montagne de *Schaumberg* près Tholey. D'un autre côté, M. Omalius-d'Halloy dit que les schistes du Hunsdrück lui ont paru reposer en quelques endroits sur les cornéennes; on ne peut donc avoir encore aucune opinion certaine, sur la place à laquelle on doit ranger la formation trappéenne de la Nahe.

Une incertitude semblable existe pour un terrain formé de roches trappéennes, porphyroïdes et amygdaloïdes, qui existe dans la partie sud-est du Hartz. Ces roches recouvrent le terrain de grauwacke, mais plusieurs motifs portent à les regarder comme de formation contemporaine à un terrain houiller avec lequel elles sont en contact.

Il en est encore de même pour un terrain semblable, formé principalement d'amygdaloïdes, qu'on observe près de Planitz en Saxe, et qui paroît devoir être rangé plutôt dans la troisième que dans la seconde classe.

Enfin, plusieurs minéralogistes désignent comme intermédiaires, des terrains trappéens que d'autres observateurs rapportent aux formations volcaniques; telle est, entre autres, la formation trappéenne de Fassa en Tyrol, composée de cornéennes, d'amygdaloïdes, de vakites, etc. M. Brocchi di que plusieurs couches de ce terrain alternent, près de Molignon et de Fedaja, avec des couches de calcaire intermédiaire.

Les minéralogistes allemands indiquent, comme faisan partie des terrains de trapps intermédiaires, une roche formée entièrement de boules de cornéenne qui se délitent par couches concentriques; ils la nomment *kugelfels*. L'existence de cette roche semble offrir un nouveau fait à l'appui de l'opinion que nous venons d'émettre, sur les passages qui existent entre les trapps réputés intermédiaires et des roches agrégées.

Nous voyons d'ailleurs que, relativement à la plupart des terrains trappéens qu'on a cités comme intermédiaires, il existe une incertitude très-grande sur la classe à laquelle ils appartiennent réellement. La confusion qui a eu lieu jusqu'à présent entre les terrains amphiboliques et les terrains pyroxéniques, est peut-être une des causes principales de cette incertitude.

La stratification des terrains trappéens est ordinairement peu distincte; quelquefois cependant les couches sont bien marquées. Ils ne renferment pas, en général, de couches

subordonnées, ni de gîtes de minerais métalliques; cependant ceux des bords de la Nahe contiennent un assez grand nombre de filons de cuivre qui leur ont même valu, dans le pays, le nom de *kupfergebirge.* Les terrains trappéens forment, en général, des montagnes à sommets arrondis, mais dont les flancs sont déchirés et présentent de nombreux rochers saillans. Leur surface est souvent recouverte d'une terre d'un rouge brunâtre provenant de l'altération et de la désagrégation des roches trappéennes.

Les formations trappéennes intermédiaires semblent être peu généralement répandues.

APPENDICE A LA SÉRIE TRAPPÉENNE INTERMÉDIAIRE.

TERRAINS DE BASALTE? OU DE DOLÉRITE?

M. Hausmann indique, comme appartenant aux terrains intermédiaires, une formation trappéenne qu'il a observée près de Sandefiord, sur la côte de Norwége. Sur un quarzite grenu passant au grès, qui constitue des couches inclinées de 20 à 50 degrés vers l'ouest et le sud-ouest, repose un spillite amygdaloïde (*mandelstein*) qui se change bientôt en *kugelfels*, parce que la pâte argilo-ferrugineuse se forme en boules qui se détachent facilement l'une de l'autre; puis cette pâte devient plus dure et plus serrée, les amandes disparoissent, la masse prend toute l'apparence du basalte; on y voit encore quelques points calcaires; ils disparoissent aussi, et, à leur place, on trouve de nombreux cristaux de pyroxène noir-verdâtre qui donnent à la roche une structure presque porphyrique. Cette roche est traversée, en différens sens, par beaucoup de fentes qui la divisent en piliers irréguliers pour la forme des angles, le nombre des côtés, etc. Toute la contrée est formée de terrains intermédiaires; il n'y existe pas la moindre apparence d'aucun terrain réputé volcanique : M. Hausmann regarde donc ce basalte comme appartenant aussi aux formations intermédiaires, et ajoute seulement que ce fait est un des paradoxes géognostiques que le sud de la Norwége présente en grande quantité. Quelle que soit la confiance que doive inspirer le nom de l'auteur de cette observation, il peut paroître difficile de ne pas douter de la rigueur de la conséquence qu'il en a tirée.

SÉRIE FELSDPATHIQUE.

Les roches des terrains feldspathiques intermédiaires présentent, dans leur structure, la même exception que les roches des terrains trappéens, à la règle d'après laquelle cette structure, tout-à-fait cristalline dans les plus ancien-

nes formations primordiales, devient, de plus en plus, confuse et terreuse à mesure que les formations sont plus récentes, règle que l'on peut cependant considérer, d'ailleurs, comme générale, et dont la plupart des autres genres des roches nous ont présenté l'application. L'exception est même encore plus prononcée, plus frappante, dans les terrains feldspathiques que dans les précédens; aussi les géologues ont-ils été plus long temps sans soupçonner que cette exception pût exister. Ici, les roches le plus éminemment cristallines, comme les roches qui composent les terrains les plus anciens, se représentent superposées à des terrains de sédiment, à des terrains de transport, et à des terrains qui renferment des débris nombreux de corps organisés. Ainsi, il devient évident que la cause, incompréhensible pour nous, qui a pu tenir en dissolution les roches primordiales, s'est renouvelée lorsque de grandes révolutions avoient déjà bouleversé le sol que la précipitation chimique avoit primitivement produit, qu'elle s'est renouvelée après l'apparition des êtres vivans à la surface du globe. Saussure avoit dit formellement plusieurs fois, dans ses ouvrages, qu'il lui paroissoit très-possible que la nature eût produit, à plusieurs reprises, des terrains cristallins; mais cette supposition sembloit bien peu probable à la plupart des minéralogistes; on étoit toujours tenté d'attribuer à des causes volcaniques, les terrains trappéens ou porphyriques qui présentoient cette anomalie singulière; et ce n'est que depuis un petit nombre d'années, que des observations exactes et constatées avec soin, ont établi, comme un fait, la supposition de Saussure; fait regardé aujourd'hui comme incontestable dans plusieurs localités éloignées les unes des autres, comme probable dans un plus grand nombre d'autres localités, et comme douteux, et nécessitant de nouvelles observations dans un plus grand nombre encore.

Il résulte, en effet, de la seule confirmation de cette idée opposée aux anciens principes géognostiques, que presque tous les terrains réputés primordiaux demandent aujourd'hui un nouvel examen, avant d'être confirmés dans la place qu'on leur avoit jadis assignée, autant par conclusion des idées reconnues comme généralement applicables, que par suite d'observations spéciales. Tel voyageur a cité le granite comme noyau d'une contrée qu'il a parcourue, seulement parce qu'il y a reconnu des granites, et que ce terrain *devoit* être toujours situé au-dessous de tous les autres. Dans tel groupe de montagnes, formé de roches cristallines et de roches de sédiment ou de transport, les premières ont été in-

diquées comme placées au-dessous des autres, parce qu'on n'auroit pas osé soupçonner qu'il pût en être autrement. Observant avec des idées générales toutes faites, on étoit conduit, même sans s'en douter, à remarquer surtout les faits qui présentoient une application de plus de ces idées générales, et on auroit cru perdre complétement son temps, en cherchant à approfondir les inductions qui sembloient conduire à des idées contraires, à étudier ce qu'on regardoit comme des anomalies apparentes. Maintenant que ces anomalies, que ces relations de gisement, contraires aux principes reçus, sont prouvées pour un certain nombre de pays, on doit croire qu'il peut en être de même presque partout, et il en résulte une incertitude générale, relativement aux rapports géognostiques des terrains anciens, et par conséquent, relativement à presque tout ce que nous avons énoncé, depuis le commencement de cet article. Cependant, de nouvelles observations, faites avec soin, et précisément dans le but de chercher à reconnoître ce qui étoit vrai, abstraction faite de ce qu'on croyoit devoir l'être, ont montré aussi, pour plusieurs localités, la confirmation des anciens principes. Nous avons donc été fondés à les conserver, mais sans leur donner une généralité absolue, et en indiquant, sur chaque point, ainsi que nous avons tâché de le faire, les doutes que l'état actuel de la science peut avoir fait naître, ou avoir contribué à lever.

La série feldspathique des formations intermédiaires comprend des pétrosilex, des eurites, des porphyres, des syénites, enfin des granites.

TERRAINS DE PÉTROSILEX ET D'EURITE.

Le pétrosilex, ou feldspath compacte, a été long-temps regardé comme appartenant exclusivement aux terrains primordiaux, pour la reconnoissance desquels sa présence servoit même quelquefois comme d'une espèce de caractère empyrique; on l'a observé cependant aussi dans les terrains intermédiaires. Saussure a fait connoître celui des environs de Martigny et de la cascade de Pissevache (§ 1046 à 1057); il se présente en couches minces, feuilletées, presque verticales, traversées par de nombreuses fissures parallèles entre elles, et qui coupent presque perpendiculairement les couches. Ce pétrosilex admet quelquefois des cristaux de feldspath, et passe ainsi au porphyre, ou plutôt à l'eurite porphyroïde de M. Brongniart: le tout alterne avec des poudingues et des calcaires noirs. On retrouve, dans les

Pyrénées, la même association du pétrosilex avec les calcaires intermédiaires et les grauwackes.

M. Omalius-d'Halloy a observé l'eurite porphyroïde rougeâtre, en bancs, dans les phyllades intermédiaires de Vatteville, en Cotentin. Cet eurite renferme de petits cristaux de quarz; la pâte n'est pas très-décidément compacte, et il semble passer à une roche granitoïde.

Près de Herrstein, dans le Hunsdrück, nous avons observé un banc d'eurite porphyroïde encaissé dans des couches presque verticales de phyllade; il contient des cristaux d'amphibole. Nous avons également observé des bancs d'eurite compacte et grenu (*Hornfels*), dans les anciens phyllades intermédiaires de Saxe : cette roche semble quelquefois former un passage entre les phyllades et les granites qui les recouvrent sur la rive gauche de l'Elbe.

A Schœnefeld, en Saxe, on exploite l'anthracite dans un porphyre gris (qui est un eurite porphyroïde de M. Brongniart); entre les couches d'anthracite, on observe des roches de transport, analogues au grès des houillères ou à un poudingue argiloïde. Au-dessous de la couche supérieure, une roche, également arénacée, et qui renferme des fragmens de gneiss et de quarz, présente, par la décomposition et le mélange intime de toutes les parties qui la composent, une série de nuances dans lesquelles, d'après les observations de M. Beudant, la pâte s'épure de plus en plus, et devient un véritable pétrosilex gris. Au milieu de ce pétrosilex, il se montre, en même temps, des cristaux de feldspath blanc, et la roche passe ainsi au porphyre qui constitue la masse du terrain.

Ce petit nombre d'exemples suffit pour donner une idée du gisement du pétrosilex et de l'eurite, dans les terrains intermédiaires; il sert, en même temps, à indiquer les passages qu'on observe, d'une part, entre ce terrain et le porphyre, le granite, les roches amphiboliques, d'autre part, entre ce même terrain et les terrains de transport.

Le terrain pétrosiliceux paroît être peu généralement répandu; il semble aussi ne constituer que des bancs subordonnés, peu considérables.

TERRAINS DE PORPHYRE.

Nous avons exposé, à l'article du porphyre primordial, nos doutes sur la primordialité de la seconde formation (ou *formation principale*) de ce terrain : ces doutes, partagés aujourd'hui par le plus grand nombre des minéralogistes, tendent à faire rapporter ici tous les terrains porphyriques qui

recouvrent les gneiss, micaschistes et phyllades. Ce que nous avons dit sur ces terrains, composeroit donc la plus grande partie de l'histoire des porphyres intermédiaires, et nous ajouterons seulement quelques observations relatives à certains terrains auxquels on a reconnu des caractères plus positifs, pour être rangés dans la seconde classe, et desquels, par cette raison, nous n'avons pas fait mention en parlant des porphyres douteux.

Tels sont principalement les porphyres observés en Norwége, par MM. de Buch et Hausmann, dans les environs de Christiania, dans le gouvernement d'Aggerhaus, dans la Dalécarlie, la Jemptie, etc. Ce terrain recouvre constamment les terrains formés de couches alternatives de phyllade et de calcaire renfermant des orthocératites. Entre ces terrains et le porphyre, se trouvent ordinairement des couches de jaspe schistoïde ou de grauwacke. Le porphyre est, en général, gris (eurite porphyroïde), quelquefois rougeâtre; il présente, dans le comté d'Jarlsberg, beaucoup de modifications différentes, et des couches subordonnées, parmi lesquelles M. de Buch cite des diabases, ainsi que de véritables basaltes renfermant des cristaux de pyroxène, et des vakites porphyroïdes qui semblent former le passage du basalte au porphyre. D'autres variétés ont la structure amygdaloïde, et renferment des rognons de spath calcaire et de séatite. Sur le porphyre repose la syénite zirconienne, et l'on remarque des passages fréquens du porphyre à la syénite porphyroïde et à la syénite. Le même porphyre constitue aussi, dit M. de Buch, de nombreux filons à travers le phyllade et le calcaire; filons qui ont jusqu'à vingt ou trente mètres de puissance, qui se montrent souvent en crêtes de rochers nus saillans au-dessus de la surface du sol, ou qui servent quelquefois comme de mur de soutien à une montagne, en la terminant par un escarpement perpendiculaire. M. de Buch regarde l'analogie parfaite qui existe entre le porphyre de ces filons et celui qui forme les plateaux les plus élevés des montagnes, comme un des plus beaux faits qui se soient encore présentés en faveur de la théorie du remplissage des filons. D'autres géologues, portés à attribuer aux volcans l'origine de tous les porphyres, trouveroient peut-être des données en faveur de leur hypothèse, dans la nature et les deux modes de gisement des porphyres de Christiania.

M. Hausmann indique des porphyres intermédiaires, qui passent à l'argilophyre, dans le bord méridional des montagnes du Hartz : ils sont en bancs dans la grauwacke, ou

ils la recouvrent en formant des sommets isolés ou des masses de rochers.

Dans la Saxe, nous avons indiqué des gisemens nombreux du porphyre de la formation principale. Nous ajouterons seulement ici, qu'au nord-ouest de l'Erzgebirge, dans les plaines des environs de Leipzig, sous lesquelles se sont enfoncés, en s'abaissant peu à peu, tous les terrains schisteux des montagnes métallifères, le porphyre se représente encore, assez fréquemment, en collines isolées, qui sortent du milieu des terrains de sable et d'argile, dont ces plaines sont formées. Nous ajouterons encore, qu'on observe, entre tous ces porphyres de Saxe et ceux du même pays, qui paroissent appartenir évidemment aux terrains secondaires, une telle ressemblance et de tels passages, même géognostiques, que l'on ne sait, pour plusieurs localités, à quelle classe rapporter les terrains qu'on étudie. Cette circonstance seroit un motif de plus en faveur de l'opinion qui rangeroit tous les porphyres de la formation principale dans la classe intermédiaire.

N'oublions pas cependant que, si nous venons de voir les porphyres recouvrir des calcaires et des grauwackes, nous avons vu aussi que ceux des environs de Villach s'enfoncent sous les calcaires intermédiaires les plus anciens, enfin, que ceux que nous en avons indiqué en bancs dans les phyllades de Saxe, semblent former le passage des terrains primordiaux aux terrains intermédiaires; que nous voyons donc ici, comme dans les autres séries, cette espèce de continuité dans la succession des formations, qui rend si embarrassante la plupart des déterminations géognostiques, et qui augmente, par conséquent, beaucoup l'embarras particulier qu'occasionent les circonstances propres au singulier terrain de porphyre.

Parmi les nombreux porphyres des Vosges, il en est sans doute plusieurs qui doivent être rapportés aux formations intermédiaires; mais nous n'avons pas de données suffisantes pour indiquer les localités où cette classification peut être applicable. Nous citerons seulement ici les porphyres du Palatinat et du Hunsdrück, parce que nous regardons comme probable, qu'ils font partie de ces formations. Le *Mont-Tonnerre*, les montagnes des environs de Creutznach, le *Kœnigsberg* près de Wolfstein, sont formés d'un porphyre pétrosiliceux gris ou rosâtre. On retrouve des montagnes porphyriques analogues, dans plusieurs endroits, en remontant la Nahe, et jusqu'à Dippenweiler, près de Sarrelouis. Dans certaines localités, la roche porphyrique est bien caractérisée; dans d'autres, elle passe entièrement à

l'argilophyre. Ce terrain semble avoir une certaine connexion avec la formation trappéenne de la Nahe ; mais, au Mont-Tonnerre, le terrain trappéen paroît appuyé sur le terrain porphyrique. Nous ne connoissons pas ses rapports de gisement avec les schistes du Hunsdrück, mais on l'a retrouvé au-dessous du terrain houiller du Palatinat. Près de Creutznach, les sources salées, exploitées dans la vallée de la Nahe, jaillissent de trous de sonde qu'on a forés dans le sol de porphyre ; cette circonstance nous paroît à peu près concluante, pour faire décider que ce terrain porphyrique n'est pas primordial ; et les rapports de gisement qu'on a cru reconnoître entre lui et le terrain trappéen, comme ceux qu'on a reconnus, d'une manière certaine, entre lui et le terrain houiller, contribuent à nous donner l'opinion qu'il doit être classé dans les formations intermédiaires.

Dans le Hainaut, un porphyre à pâte grise ou rougeâtre, et qui passe tantôt à la syénite et tantôt à la diabase, est connu dans deux localités. A Quenast, il forme le sommet d'une colline bordée de couches verticales de phyllade, mais on ne sait pas s'il est intercalé entre ces couches, ou s'il les recouvre en gisement *transgressif*. A Lessines, il se présente, comme dans les environs de Leipzig, au milieu du terrain meuble. Ce porphyre, exploité pour le pavage des routes, éclate souvent de manière à présenter une espèce de cassure en grand, en marches d'escalier, comme les trapps de Suède. Les fragmens se présentent aussi souvent sous la forme de prismes irréguliers, ordinairement à quatre pans. Ce terrain semble quelquefois présenter une stratification peu distincte, en couches irrégulières et contournées.

En général, le porphyre intermédiaire n'offre point d'indice marqué de stratification. Nous avons cité quelques bancs subordonnés dans celui de Norwége, quelques filons métallifères dans celui de la formation principale de Saxe ; nous ajouterons que celui du Palatinat renferme des filons de minerai de mercure, exploités près de Wolfstein, et des filons de cuivre anciennement exploités près de Creutznach. Cette formation, même en y comprenant la formation primordiale douteuse, n'est pas universellement, mais assez généralement répandue.

TERRAINS DE SYÉNITE, DE PROTOGYNE ET DE GRANITE.

Nous croyons devoir réunir ces différens terrains dans un même article, parce qu'ils présentent, dans la classe intermédiaire, absolument les mêmes caractères, et se montrent dans les mêmes relations géognostiques. On peut même les considérer comme formés par une seule roche granitoïde,

composée de feldspath, comme partie constituante essentielle, de quarz en proportion plus ou moins abondante, et d'une troisième substance qui est tantôt de l'amphibole, tantôt du mica, tantôt une matière d'apparence talqueuse qui semble, dans beaucoup de cas, n'être qu'une amphibole ou un mica altéré. L'amphibole s'y rencontre plus souvent que le mica et le talc, et la syénite peut être considérée comme le type de ce terrain; mais, dans tous les cas, les roches qui le composent se présentent avec un grain aussi cristallin, une apparence aussi complétement primordiale que le granite le plus ancien. La présence de l'amphibole dans le granite, l'apparence imparfaitement talqueuse de la substance unie au feldspath et au quarz, dans les roches granitoïdes, enfin, la présence du zircon ou du titane silicéo-calcaire, substances très-communément associées à la syénite, peuvent être indiquées comme les seuls caractères empyriques qui puissent servir à faire distinguer les roches de cette formation, de celles des formations granitiques anciennes; mais ces caractères mêmes ne sont pas constans; le premier surtout, manque fort souvent, et les granites les plus évidemment intermédiaires ne paroissent contenir quelquefois pas un atome d'amphibole. Souvent ces roches montrent beaucoup de tendance à passer au porphyre, avec lequel on les rencontre fréquemment associées.

Le terrain syénitique constitue des bancs subordonnés dans les terrains de phyllade intermédiaire les plus anciens, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, et il présente alors des passages à la roche schisteuse principale, passages dont quelques-uns produisent des couches de véritable gneiss et d'eurite grenu ou compacte, de trappite, etc.

Mais ce terrain constitue aussi au moins une formation indépendante, très-remarquable et assez importante dans la composition générale de l'écorce du globe. Cette formation se présente en masses de montagnes considérables, offrant toute l'apparence et tous les caractères des montagnes granitiques les plus primordiales. Quelquefois on n'y remarque pas d'indices de stratification; plus ordinairement, la syénite présente des couches très-puissantes, mais assez régulières; elle renferme rarement des couches subordonnées; on y connoît cependant des bancs de porphyre, de diabase, et l'on observe des passages fréquens de ces deux roches à la roche syénitique; plus rarement des bancs d'amphibolite, et plus rarement encore des bancs de calcaire : ce dernier fait a été reconnu près de Naundorf, entre Meissen et Dresde, par M. Meuder.

Il devient presque superflu d'ajouter que souvent au milieu

quelques caractères qui semblent indiquer pour eux une ancienneté plus grande que celle des terrains analogues du sud : or, ce sont précisément ceux-là dont les couches peuvent paroître, d'après leur inclinaison, plonger sous le granite. De plus, Lasius a observé, depuis long-temps, que le granite des rochers d'*Ilsenstein* paroissoit stratifié parallèlement à la stratification du terrain de grauwacke ; nous avons reconnu nous-mêmes cette stratification, dans plusieurs des rochers granitiques de cette contrée. Nous avons reconnu aussi, sur la montagne d'*Adenberg*, à deux lieues au sud-est de Goslar, un banc de roche feldspathique, granitoïde, bien encaissé entre des bancs de quarzite et de jaspe schistoïde. On sait qu'au *Rehberg*, la roche granitoïde alterne à plusieurs reprises avec l'eurite compacte ou grenu, désigné au Hartz sous le nom de *hornfels* : enfin, M. Freiesleben annonce avoir reconnu des fragmens de micaschiste, dans le granite du Brocken. La réunion de tous ces faits nous semble devoir porter à penser que le terrain de granite, syénite et protogyne du Hartz, non-seulement n'appartient pas à la plus ancienne formation primordiale de granite, comme on le croit généralement, mais même qu'il doit être probablement considéré comme de formation contemporaine aux terrains intermédiaires qui composent la masse principale de ces montagnes. Déjà plusieurs minéralogistes allemands ont émis cette idée ; elle nous paroît au moins appuyée sur un assez grand nombre d'indices, pour mériter d'être vérifiée par un examen géognostique nouveau de cette contrée célèbre dans l'histoire de la minéralogie et de l'art des mines.

Au Thüringerwald, M. de Raumer a cru reconnoître une disposition analogue, dans le terrain granitique et syénitique des environs de Suhl, ainsi que dans le porphyre avec lequel il est lié. Le tout lui paroît encaissé dans le terrain de grauwacke. Le même géologue a encore remarqué un gisement semblable dans le terrain syénitique des montagnes de la *Bergstrasse* (rive droite du Rhin). Il est probable que des observations nouvelles, dirigées dans ce but, feront reconnoître, dans un plus grand nombre de pays, que beaucoup de granites, regardés jusqu'ici comme de formation primordiale, doivent être rapportés aux terrains intermédiaires.

SÉRIES GYPSEUSE ET SALINE.

Nous croyons devoir, dans la classe intermédiaire, réunir ces deux séries, parce qu'elles y sont presque toujours associées ensemble, surtout en ce sens, que les terrains de la seconde série ne s'y présentent jamais sans être associés avec ceux de la première ; association que nous verrons se

prolonger dans les premiers groupes des terrains secondaires, et cesser dans les formations les plus modernes.

Nous n'avons pas indiqué de formation gypseuse dans la classe primordiale, quoique beaucoup de minéralogistes aient cité des *gypses primitifs*; mais presque toutes ces citations avoient pour objet certains terrains gypseux des Alpes; et M. Brochant de Villiers a fait voir, dans un mémoire inséré dans le tome 2.e des Annales des Mines (Paris, 1817), que les gites, indiqués comme primitifs au *Val Canaria* et à *Cogne*, ne devoient pas être rapportés à cette classe, et que, parmi tous les terrains gypseux des Alpes, les plus anciens paroissoient être ceux qui forment des bancs encaissés dans les terrains intermédiaires, analogues à celui de la Tarentaise.

Nous rappellerons, cependant, que M. Cordier à indiqué aussi un terrain de gypse, situé au fond de la gorge d'*Isoverde*, près de la Bochetta, dans le pays de Gènes, comme disposé en couches horizontales, recouvertes par des couches parallèles de serpentine porphyroïde à cristaux de diallage, et de schiste luisant et satiné, et comme appartenant aux formations primordiales des Apennins. Nous ne savons pas qu'aucune observation postérieure ait tendu à infirmer la conséquence que M. Cordier à tirée des siennes; mais celles-ci ont été publiées d'une manière trop peu détaillée (dans une note du Mémoire sur la montagne de sel gemme de Cardonne, inséré dans le tome 82.e du Journ. de Physique), pour que nous ayons cru devoir établir une classe sur le seul fait qui soit à notre connoissance. Il faut remarquer d'ailleurs que les terrains qui, d'après les observations de M. Cordier, recouvrent le gypse de la Bochetta, paroissent, ainsi que nous l'avons vu en parlant de la série talqueuse, placés à la jonction des deux classes primordiale et intermédiaire.

D'après les observations de M. Brochant, les terrains gypseux des Alpes présentent des caractères généraux qui leur sont communs, et se montrent cependant dans des modes de gisement très-différens.

Les roches gypseuses sont, en général, d'un blanc de neige, ou grises, ou jaunâtres; leur tissu intérieur est plutôt compacte que cristallin; mais, en les pulvérisant, on aperçoit des points brillans nombreux, et la poussière, observée au microscope, paroît composée de chaux sulfatée en tables rhomboïdales; ils renferment quelques cristaux plus grands. Plusieurs variétés sont un peu feuilletées, mais le plus grand nombre se casse indifféremment dans tous les

[illegible] roches sont souvent mélangées d'argile, en [illegible] grande [illegible] elles contiennent souvent des veinules, [illegible] anguleux ou même arrondis, de calcaire com[illegible] dernier cas, paroissent indiquer une [illegible] renferment aussi du mica, ou plutôt [illegible] petits groupes fibreux, ou en plaques, [illegible] masses aplaties ou en plaques fibre[illegible] l'anthracite, de la chaux anhydro-sul[illegible] cristaux abondans, de la soude [illegible] ou en poudre, et des sources [illegible]

[illegible] sont en couches subordonnées [illegible] intermédiaires de calcaire saccha[illegible] micacé, et de brèche [illegible] dans la chaîne centrale des Al[illegible] de Saint-Léonard et de [illegible] observation de M. Cordier, celle [illegible] isolés et superficiels, [illegible] comme au *Val* [illegible] de la vallée dont les [illegible] sont du calcaire inter[illegible] masse gypseuse recouvre, [illegible] de terrain qui renfer[illegible] qui renferment [illegible] Bex et dans plusieurs [illegible] masses isolées de gy[illegible] schisteux.

[illegible] extrêmement [illegible] la roche se [illegible] d'indices [illegible] de déterminer [illegible] terrains environnans [illegible] particulièrement dans [illegible] les enfoncemens en forme [illegible] tous les terrains gypseux. Ces [illegible] à la dissolution des masses de sel [illegible] dans le gypse, dissolution [illegible] à la formation de cavités intérieures [illegible] des parois de ces cavités.

Les gypses [illegible] des Alpes présentent beaucoup de ressemblance avec les gypses intermédiaires des mêmes mon[illegible] tagnes. Dans quelques localités, ils paroissent même en for[illegible] mer la continuation, et on est porté à les rapporter aux formations intermédiaires; mais ils ont également bea[illegible]

oup de rapports avec les gypses secondaires anciens de la Thuringe, de Saltzbourg, etc., qui reposent sur des calcaires secondaires ; ils paroissent donc former la liaison entre ces deux formations, et fournir une preuve de plus de la continuité qui a existé dans le dépôt des terrains de chaque série.

Le gypse de Bex, en Suisse, est aussi regardé, par quelques géologues, comme appartenant aux terrains intermédiaires, et il se présente, en effet, avec des calcaires et des poudingues analogues aux grauwackes et aux calcaires intermédiaires ; mais le tout repose, en *gisement transgressif*, sur un terrain intermédiaire, comme les gypses isolés de la Tarentaise, etc. Ce mode de gisement ne nous paroît pas, en général, permettre de considérer le terrain supérieur comme de la même classe que le terrain inférieur ; nous regarderons donc le gypse de Bex comme devant être rangé dans la classe secondaire.

Mais, par l'application du même principe, nous citerons, comme exemple remarquable de terrain gypseux et salin intermédiaire, la montagne de *Cardonne*, en Catalogne, dont M. Cordier a donné une description intéressante. Cette montagne est isolée, au milieu d'une assez vaste enceinte, bordée de coteaux moins élevés qu'elle. La plaine et les coteaux sont formés de psammite, phyllade, et calcaire renfermant de la houille en couches subordonnées, appartenant aux plus anciennes formations secondaires, et disposés en couches parallèles peu inclinées. La montagne de Cardonne, au contraire, est entièrement formée de couches verticales de sel gemme, pur ou presque pur, de gypse grenu mêlé d'anhydrite, et d'argile schisteuse renfermant beaucoup de cristaux de gypse. Le sel gemme forme, à lui seul, les quatre cinquièmes de la masse ; le gypse et l'argile gypseuse n'en forment qu'un cinquième ; les couches, en général peu épaisses, alternent, à plusieurs reprises. Le tout plonge verticalement dans le sol secondaire, dont toutes les couches se relèvent vers la montagne, et s'appuient sur le terrain de sel et de gypse. Il y a donc ici superposition *transgressive* du terrain secondaire ancien sur le terrain salin, et celui-ci paroît appartenir évidemment aux formations intermédiaires.

Nous avons vu que les terrains gypseux des Alpes renfermoient aussi du sel, quoiqu'en proportion beaucoup moins grande (au roc salé d'Arbonne cette proportion est cependant assez forte). C'est sans doute à ces gypses salifères qu'on doit attribuer les sources salées qui sont assez abon-

dantes dans la Tarentaise, et parmi lesquelles nous citerons seulement celles qui alimentent les salines de Moutiers. Elles sortent non pas immédiatement du gypse, mais de crevasses ouvertes dans le calcaire sur lequel le gypse est déposé.

Les ramifications souterrraines des canaux qui amènent au jour les sources salées, nous présentent souvent ces sources loin de tous les terrains que l'on peut supposer recéler les gîtes salifères; et avant de finir l'aperçu de ces terrains salins, nous rappellerons que les sources salées de Creuznach, en Palatinat, sortent d'un porphyre pétrosiliceux, que cette circonstance a contribué à nous faire placer dans les formations feldspathiques intermédiaires, et au-dessous duquel courent probablemeut les filets d'eau salée, provenant de terrains gypseux et salins qui ne se montrent point à la surface du sol.

Nous rappellerons aussi que nous avons indiqué, d'après M. de Buch, des couches de gypse blanc et grenu, dans l'amas parallèle des minerais de cuivre de Léogang, pays de Saltzbourg; amas situé dans un terrain de phyllade intermédiaire.

SÉRIE CHARBONNEUSE.

Les terrains de cette série, c'est-à-dire, les substances combustibles dont le carbone forme la base, ne constituent point la masse principale des formations auxquelles ils appartiennent; ils ne s'y présentent jamais, au contraire, qu'en proportion beaucoup moins grande que les terrains qui les accompagnent; mais leur nature, tout-à-fait particulière, les rend souvent caractéristiques pour les formations.

Nons avons vu le carbone se montrer dans certains schistes réputés primordiaux, et avec plus d'abondance dans plusieurs phyllades intermédiaires; nous avons vu le graphite se montrer aussi comme partie constituante de certaines roches de formation primordiale, et constituer, en outre, dans ces formations, des masses trop peu puissantes ou trop peu abondantes pour mériter d'être considérées à part. Nous avons dit que, pour les plus importantes de ces masses, on étoit incertain sur la classe à laquelle on devoit rapporter les terrains auxquels elles appartenoient; mais, quoi qu'il en soit à cet égard, le graphite ne se présente plus en masses remarquables dans les terrains plus modernes : on voit paroître, à sa place, l'anthracite, et, bientôt après, la houille.

TERRAINS D'ANTHRACITE.

On a cité l'anthracite comme tenant la place du mica,

dans certains micaschistes; mais cette indication ne paroît pas avoir été confirmée, et il est possible que ce soit le graphite qui ait été désigné sous le nom d'une substance avec laquelle il a souvent beaucoup de ressemblance.

On a indiqué aussi, pendant long-temps, les terrains primordiaux comme gîte principal, et même comme seul gîte de l'anthracite; mais un nouvel examen de tous les faits sur lesquels cette opinion paroît avoir été appuyée, a conduit à faire reconnoître, comme appartenant aux formations intermédiaires, tous ces terrains, d'apparence primordiale, dans lesquels l'anthracite se présente. Ce sont principalement les gîtes d'anthracite de la Tarentaise, du petit Saint-Bernard, du Valais et d'autres parties des Alpes, qui avoient fait regarder, à Dolomieu, cette substance comme primordiale; mais nous savons, depuis la publication des observations de M. Brochant de Villiers, que tous ces terrains appartiennent aux formations intermédiaires anciennes, et que l'anthracite s'y rencontre, soit avec des poudingues analogues aux *grauwackes*, soit avec des schistes où l'on observe des empreintes végétales de roseaux et autres graminées. L'anthracite forme, dans ces terrains, des couches souvent mal déterminées, et des amas parallèles; mais il ne paroît pas qu'il s'y présente jamais, dans les Alpes, formant de véritables filons, ainsi que Dolomieu avoit cru le reconnoître. Près de Moutiers, le terrain à anthracite se présente entre deux terrains calcaires, et le tout est disposé en couches verticales parallèles entre elles. A la Chandoline, dans le Valais, où l'anthracite avoit été particulièrement cité comme situé dans le gneiss, il a, d'après les observations de M. Escher, une véritable grauwacke pour mur, et une couche d'ampélite pour toit. Il en est de même de l'autre côté de la vallée du Rhône, sur la pente sud de la chaîne septentrionale du Valais, où l'on a reconnu une couche puissante d'anthracite, à trois mille mètres de hauteur, et à peu de distance au-dessus du gneiss.

Déjà, antérieurement à ces observations, M. Héricart de Thury avoit reconnu que les anthracites de l'Oisan (département de l'Isère) se trouvoient dans des terrains formés de poudingues et de schistes impressionnés. Dans le même pays, d'autres gîtes de combustible charbonneux, désigné sous le nom de *houille sèche*, semblent faire le passage de la formation de l'anthracite à celle de la houille.

Dans les Pyrénées, l'anthracite se trouve, en petites couches, dans un phyllade qui renferme des mâcles, et qui fait partie des terrains intermédiaires de ces montagnes.

A Lischwitz, près Géra en Saxe, une couche d'anthracite très-irrégulière se présente dans une montagne schisteuse qui semble faire partie des terrains de phyllades (réputés primordiaux) du Voigtland, mais dans laquelle on observe des couches de *grauwacke* ainsi que des couches de schiste bitumineux contenant beaucoup d'empreintes végétales et des débris de corps marins; le tout est recouvert, en *gisement transgressif*, par des calcaires et des grès secondaires. A Schœnefeld, près Frauenstein en Saxe, on exploite quatre couches d'anthracite dans un terrain de porphyre gris qui recouvre le gneiss en *gisement transgressif*. Entre les couches de combustible sont des couches de poudingues argiloïdes et de psammites analogues au grès des houillères. Une roche arénacée de nature semblable, qui contient des fragmens de gneiss, recouvre la couche supérieure d'anthracite, et on observe un passage insensible de cette roche à la pâte pétrosiliceuse du porphyre gris et au porphyre lui-même. Au milieu des couches d'anthracite sont des rognons siliceux ou terreux, qui, dans ce dernier cas, présentent quelquefois des empreintes végétales très-caractérisées.

Indépendamment des terrains dans lesquels l'anthracite forme des couches ou des amas, on retrouve cette substance, en petits rognons, dans les calcaires intermédiaires des bords de la Meuse en Belgique. On la retrouve dans les terrains de grauwacke du Hartz, particulièrement à la surface des empreintes végétales que la grauwacke renferme, ou constituant de petits feuillets entre les couches de phyllade.

L'anthracite s'est rencontré dans quelques filons des terrains primordiaux, particulièrement aux mines d'argent de Kongsberg en Norwége; mais il résulte de tout ce que nous venons de dire, qu'il appartient bien complétement aux formations intermédiaires. C'est aussi avec ces formations et seulement avec elles, que l'anthracite a été reconnu dans les montagnes des Etats-Unis d'Amérique, d'après les observations de M. Maclure. Il paroît même qu'on peut regarder aujourd'hui l'anthracite comme caractéristique pour les terrains intermédiaires, ce qui donne à cette substance une importance géologique assez grande, malgré la rareté de ses gîtes et la petitesse de leur masse, comparativement à la masse des terrains qui les recèlent.

Nous retrouverons cependant aussi l'anthracite dans les formations houillères.

La FORMATION HOUILLÈRE proprement dite offre, dans un grand nombre de localités, beaucoup de caractères géognostiques qui tendent à la faire ranger parmi les terrains inter-

médiaires. Nous la verrons alterner avec des calcaires qui semblent bien analogues aux calcaires de transition ; nous la verrons, dans d'autres lieux, ne pas présenter de vestiges de corps organisés ; ailleurs, la houille sera en grande partie de l'anthracite : quelquefois, enfin, le terrain houiller nous montrera, dans ses rapports de position avec les terrains plus anciens, toute la liaison qui paroît devoir le faire regarder comme appartenant à la même famille, ou, dans ses rapports avec les terrains plus récens, tous les caractères qui indiquent la séparation tranchée des formations ; aussi beaucoup de géologues sont-ils portés aujourd'hui à admettre une formation de houille intermédiaire. Mais, d'un autre côté, nous verrons aussi, entre les terrains qu'on rapportera à cette formation et ceux qui se lient d'une manière frappante aux autres terrains secondaires, une ressemblance telle qu'il paroît impossible de les séparer. Il nous semble donc plus convenable de laisser le terrain houiller à la place qui lui a été généralement assignée jusqu'à présent, sur la limite commune aux classes intermédiaire et secondaire, en répétant ici, plus fortement peut-être encore que nous ne le disons à chaque série, que le passage entre les formations analogues des deux classes est tel, qu'on doit regarder le tout comme le produit d'une formation continue, dans laquelle nous plaçons, le moins mal que nous pouvons, les coupures qui sont nécessaires pour nous rendre possible l'étude des différens terrains.

RÉSUMÉ

SUR LES TERRAINS INTERMÉDIAIRES.

Dans le résumé relatif à la première classe, nous avons pu présenter, au moins comme probable, un ordre général de formations pour les terrains qui la composent ; mais un semblable aperçu n'est pas même possible pour la classe intermédiaire, et tous les terrains de cette classe semblent presque faire partie d'une même formation, en ce sens qu'on ne peut remarquer entre eux aucun ordre constant d'antériorité, qu'ils alternent indifféremment presque tous ensemble, et que ceux qu'on observe au-dessous des autres, dans certaines localités, se montrent au-dessus dans des localités différentes. C'est ainsi que le porphyre qui recouvre le calcaire en Norwége, est recouvert par le calcaire en Carinthie, etc.

Nous avons cependant remarqué que les terrains talqueux des Alpes, et les terrains schisteux semblables à ceux de la rive gauche de l'Elbe en Saxe, pouvoient être regardés comme les plus anciens de toute la classe, parce qu'ils paroissoient être la suite immédiate de terrains pri-

mordiaux de même nature, auxquels ils sont intimement liés. Nous avons vu, que dans ces terrains schisteux anciens, le calcaire étoit souvent saccharoïde et ne contenoit point ou que très-peu de débris de corps organisés ; qu'on y trouvoit des amphibolites et des diabases très-cristallines ; enfin, que les terrains de transport y étoient peu caractérisés et rares en Saxe, mais en quantité notable dans les terrains talqueux des Alpes, où l'on observe aussi de l'anthracite et des empreintes végétales.

Bientôt ces terrains de transport deviennent plus abondans, et la grauwacke constitue les masses principales des formations où elle alterne, en couches multipliées, avec les phyllades. Le calcaire lui est subordonné, ou bien il constitue aussi, comme masse principale, des terrains tantôt inférieurs au terrain de grauwacke, tantôt situés au-dessus de lui. Ce calcaire n'est plus saccharoïde, mais *compacte* ou *entrelacé* ou *sublamellaire*, et il renferme quelquefois peu, quelquefois un assez grand nombre de corps organisés.

Les phyllades seuls forment, avec les roches de quarz, des terrains considérables, quoique moins étendus peut-être que ceux de grauwacke, et qui paroissent leur être, en général, à peu près contemporains, peut-être un peu antérieurs.

Les terrains amphiboliques ou trappéens se présentent avec les terrains de grauwacke et avec les terrains calcaires; enfin, des terrains feldspathiques, porphyriques ou granitoïdes, se présentent aussi au-dessous, au milieu, au-dessus des terrains de calcaire, de phyllade et de grauwacke.

On ne peut donc pas établir, dans cette classe, de *formations* distinctes ou d'*espèces géognostiques*, et on est conduit à considérer la classe entière comme une grande famille dont tous les membres paroissent confondus les uns avec les autres.

Relativement aux rapports de la classe avec la précédente, nous avons vu que presque partout où de nouvelles observations avoient été faites, on avoit constaté que le gisement des terrains intermédiaires étoit *concordant* ou *uniforme* avec celui des terrains primordiaux situés au-dessous d'eux, et que, par conséquent, la formation des uns et des autres paroissoit due à la succession non interrompue de phénomènes du même genre ; que l'apparition des êtres vivans n'avoit pas changé cet ordre de phénomènes, et que les phénomènes bien différens, qui ont pu produire les terrains de transport n'avoient pas eu plus d'influence, pour faire cesser soit la production par cristallisation de terrains semblables aux premiers, soit l'ordre général et constant de dépôt des terrains par couches parallèles les unes aux autres. Indépendamment des faits que nous avons rapportés à l'appui de cette con-

sion, nous pourrions ajouter qu'on a cru reconnoître aussi des terrains de gneiss et de micaschiste, au-dessus des terrains de grauwacke qui recouvroient les terrains micacés primordiaux, le tout étant disposé en couches parallèles ou en *gisement concordant*. Nous n'appuierons pas sur cette observation, parce qu'elle n'a été développée, à notre connoissance, dans aucune description détaillée des localités où l'on a pu la faire; mais les faits mieux connus sur lesquels nous avons insisté, suffisent pour faire voir comment la classe des terrains intermédiaires peut remonter indéfiniment dans la classe primordiale, par suite des observations futures, et comment les terrains des deux classes ne forment qu'un seul ensemble indivisible.

Et quant à ses rapports avec la classe suivante, ce que nous en avons déjà vu et ce que nous allons en voir encore, en étudiant le premier groupe des terrains secondaires, les établissent d'une manière au moins aussi intime.

Dans des Recherches géognostiques imprimées à Berlin en 1815, mais qui ne nous sont parvenues qu'au moment même où nous tracions ce résumé, MM. d'Engelhardt et de Raumer décrivent, sous le nom de *terrain schisteux*, toute la masse de terrain de grauwacke, de phyllade, de quarz, de granite, de calcaire, de terrain houiller, de porphyre, de diabase, etc., qui forme, depuis les Ardennes et la Flandre française jusqu'au Hartz, une zone à peu près continue, dans laquelle les auteurs reconnoissent une direction générale et constante de l'O. S.-O. à l'E. N.-E., une inclinaison presque constante vers le S. S.-E, et dans laquelle tous les terrains différens que nous venons de désigner, et qui ont été jusqu'à présent rapportés aux trois grandes classes primitive, intermédiaire et secondaire, leur paroissent former un seul tout dont les parties alternent ensemble sans ordre régulier, et sont, par conséquent, de formation contemporaine. Ils pensent qu'on ne connoît pas les terrains primordiaux sur lesquels toute cette grande formation est appuyée, mais qu'elle est recouverte soit par le *grès rouge* dans lequel ils comprennent certaines formations houillères et les formations trappéennes de la Nahe, soit par le calcaire coquillier, soit par la craie.

MM. de Raumer et d'Engelhardt donnent ainsi aux idées que nous venons d'exposer, une extension plus grande que celle que nous croyons devoir leur accorder; mais ils partent du même principe, et nous ne pouvons qu'accorder à ce principe un degré de confiance de plus, en le voyant soutenu

en couches presque constamment horizontales, n'ont plus aucune association avec des terrains cristallins, et ne renferment plus de filons métalliques, mais seulement quelques gîtes de minerais de fer, en couches ou en amas irréguliers de plusieurs espèces.

Nous étudierons séparément ces deux groupes, et nous rechercherons, dans chacun d'eux, la continuation de nos différentes séries, du plus grand nombre desquelles nous verrons la trace devenir de plus en plus confuse.

PREMIER GROUPE.

TERRAINS SECONDAIRES INFÉRIEURS.

Les rapports entre les terrains de ce groupe et les terrains intermédiaires sont tels, qu'il y a souvent impossibilité presque absolue de les en distinguer; aussi avons-nous vu qu'on avoit proposé de faire du tout une seule classe, sous le nom de *terrains à couches inclinées;* mais cette réunion n'embrassoit qu'une partie des terrains de notre groupe : savoir, le terrain houiller et le calcaire alpin; cependant les terrains de grès rouge et de grès bigarré ont une telle liaison avec les autres qu'il est impossible de les en séparer, et cette raison nous a déterminés à les classer ensemble dans l'ordre que nous avons adopté.

Depuis quelques années, les terrains de ce groupe ont été l'objet de l'étude particulière de plusieurs minéralogistes, particulièrement dans la Suisse, dans le Jura et dans le nord de l'Allemagne. Des observations nombreuses ont fait connoître des faits importans; mais il n'en est résulté aucune donnée générale propre à bien déterminer la classification de ces terrains, classification sur laquelle les opinions sont très-partagées. Les uns regardent le terrain houiller comme de formation intermédiaire, d'autres le considèrent comme subordonné au grès rouge. Ce dernier terrain (*todte liegende*) est considéré par un grand nombre de minéralogistes comme très-différent du grès bigarré (*bunter sandstein*), et par plusieurs autres comme ne constituant avec lui qu'une seule formation. MM. Escher, Brocchi et Mohs classent et déterminent très-diversement le calcaire alpin. Karsten et M. de Humboldt réunissent au calcaire alpin le schiste cuivreux de la Thuringe; M. Freisleben l'en distingue. Ce dernier auteur détermine, dans le terrain à schiste cuivreux, un assez grand nombre de formations partielles qui sont rejetées par d'autres géologues. D'un autre côté, il réunit le grès bigarré au grès

blanc (*quader-sandstein*), et M. Hausmann établit une distinction tranchée entre ces deux terrains.

MM. d'Engelhardt et de Raumer réunissent, sous le nom de formation du grès rouge (*rothe sandstein gebilde*), tous les terrains de notre groupe, en en séparant la principale formation houillère qu'ils rapportent à leur *terrain schisteux*, et ils pensent que d'autres terrains houillers, ainsi que tous les terrains calcaires, gypseux, trappéens et porphyriques de ce groupe, sont subordonnés au *grès rouge*.

La diversité de ces opinions seroit, s'il en étoit besoin, une preuve de plus de la difficulté extrême que présente la détermination des espèces géognostiques. Nous chercherons à éviter de contredire aucune de celles qui sont fondées sur des faits, dans l'indication des circonstances que présentent les terrains de chacune de nos séries.

SÉRIE SCHISTEUSE.

TERRAIN HOUILLER.

Les terrains de cette série sont des phyllades plus ou moins micacés, nommés par les Allemands *schieferthon* (argile schisteuse) et des psammites micacés, quarzeux ou argiloïdes, connus sous le nom de *grès granitoïdes* ou *grès des houillères*. Le plus ordinairement ces deux terrains alternent ensemble ; ils renferment des couches de houille, et constituent la formation connue sous le nom de TERRAIN HOUILLER proprement dit. Le phyllade et la houille se mélangent fréquemment ensemble en toutes proportions ; il en résulte la roche que M. Voigt nomme *kohlenschiefer* (schiste charbonneux), et qu'il regarde comme faisant aussi partie constituante essentielle du terrain houiller. On observe également les passages les plus insensibles entre les phyllades et les psammites, et souvent les premiers paroissent être, comme les seconds, des terrains de transport composés de fragmens extrêmement fins et agglutinés par un ciment argiloïde ; quelquefois aussi ils passent à une véritable *argile* onctueuse, bitumineuse, d'un blanc noirâtre. Ailleurs, ils passent à l'ampélite, et on peut les exploiter pour en retirer de l'alun et du vitriol, au moyen du grillage et du lessivage.

Les psammites des terrains houillers ressemblent souvent beaucoup à la *grauwacke*. Ils renferment, cependant, en général, plus de grains de feldspath que cette dernière roche. La nature de leurs grains varie souvent d'ailleurs, d'après celle des montagnes primordiales sur lesquelles ils reposent. Ces psammites passent quelquefois aux roches comprises par

M. Brongniart dans la même espèce, mais qui en sont bien distinguées par les géognostes, sous le nom de *grès rouge*. Dans certaines localités, les psammites houillers se mélangent d'une grande proportion de chaux carbonatée: aux mines de houille de Graissessac, département de l'Hérault, le psammite peut quelquefois être exploité comme pierre à chaux.

Les phyllades et les psammites du terrain houiller renferment, avec abondance, des empreintes végétales, appartenant aux familles des *fougères*, des *graminées*, des *rubiacées*, des *mousses*; on a encore indiqué des empreintes de *palmiers*, qui appartiennent, dit-on, à des espèces différentes de celles des palmiers de la grauwacke, et qui ne sont peut-être pas de véritable palmiers. D'après les observations de M. de Schlottheim, tous ces végétaux se rapportent à des genres dont les espèces actuelles vivent dans les pays chauds. Ces empreintes sont couchées le long des couches du terrain, et aplaties; mais on a cité aussi, dans le terrain houiller, quelques exemples d'arbres non aplatis qui traversent perpendiculairement les couches, dont l'intérieur est rempli de psammite, et dont l'écorce est changée en houille.

Les fossiles du règne animal sont très-rares dans les terrains houillers, et on s'accorde aujourd'hui à reconnoître que ces fossiles ne dénotent pas une origine marine. Cependant, M. Voigt y a décrit des *tellines*. M. de Schlottheim y a cité une *moule* qu'il nomme *mitylus carbonarius*, et qui, selon lui, a pu vivre également dans les eaux douces et salées. Les minéralogistes anglais citent également des *moules*, analogues aux moules d'eau douce, dans les terrains houillers du Northumberland, du Staffordshire, du Yorckshire et du Shropshire. On a aussi reconnu, dans ces terrains, quelques empreintes de *poissons* qui n'ont pas été déterminées.

Outre les couches de houille, le terrain houiller renferme des couches ou plutôt des amas de fer carbonaté terreux ou lithoïde, connu sous le nom de *minerai de fer des houillères*. Il renferme aussi des bancs de grès d'apparence homogène, des bancs de calcaire, particulièrement dans les parties les moins anciennes, et enfin quelquefois des bancs de roche trappéenne, de porphyre feldspathique, et de véritable pétrosilex. Le terrain de Montrelais (département de la Loire-Inférieure) offre un exemple de ce dernier fait. La Silésie et la Saxe présentent des exemples du second; les terrains de Noyant (département de l'Allier) et de Figeac (département du Lot), présentent des bancs de cornéenne et de trappite dans la formation houillère.

La stratification de ce terrain est très-distincte, et ordinairement les couches des roches principales ont une structure feuilletée assez prononcée. Les couches sont quelquefois assez fortement inclinées; souvent elles sont très-contournées, et présentent des plis et replis nombreux qui semblent indiquer qu'elles ont glissé sur le sol qui les porte, lorsqu'elles étoient encore molles, et en étant retenues par leur *pied* ou *base*. Les couches de psammite, de phyllade et houille alternent souvent, à plusieurs reprises, avec une sorte de régularité remarquable. L'ensemble se prolonge quelquefois, en suivant la même direction, ou en suivant les inflexions du sol sur lequel il repose, pendant une étendue en longueur très-considérable. Dans les localités où la formation a pu se développer, elle constitue ce qu'on nomme des *bassins houillers* dont les couches sont souvent disposées les unes dans les autres, en *gisement concave* ou en se relevant des deux côtés sur les flancs du terrain inférieur.

Le terrain houiller renferme souvent des filons pierreux connus sous le nom de *faille* (*V.* ce mot). Il renferme aussi quelquefois des filons métalliques. On y connoît des gîtes de plomb sulfuré, et surtout des gîtes de mercure nombreux. Les mines d'Almaden, en Espagne, et la plupart de celles du Palatinat, sont exploitées dans ce terrain. On y connoît, en Ecosse et en Angleterre, de nombreux filons de basalte ou plutôt de dolérite.

Le terrain houiller est quelquefois superposé immédiatement aux terrains primordiaux les plus anciens, même au granite. C'est ce qu'on observe dans les départemens de Saône-et-Loire, de la Loire, du Gard, etc. : dans ce cas, le grès houiller renferme toujours tous les élémens du terrain sur lequel il repose, et l'on voit que le *transport* de ces élémens n'a eu lieu qu'à peu de distance des lieux d'où ils proviennent; quand la nature du terrain primordial change, les élémens du psammite houiller, qui le recouvre, changent aussi. Ailleurs, on observe, entre le granite et la houille, toute la série des formations schisteuses primordiales et intermédiaires. Dans ce dernier cas, le terrain houiller est souvent immédiatement superposé aux terrains intermédiaires, en *gisement concordant* ou *uniforme* avec eux et les terrains primordiaux inférieurs. Ce fait est remarquable en Saxe, en allant de Schneeberg à Planitz. Dans d'autres localités, le terrain houiller est superposé à un calcaire qui paroît de formation intermédiaire, et semble aussi recouvert par le même calcaire. C'est ainsi que se présente toute la zone houillère de la Flandre et de la Belgique; mais la superposition de la houille au calcaire nous paroît plus cer-

taine que celle du calcaire à la houille. En Silésie et à Wettin en Saxe, le grès rouge ancien (*rothe liegende*) recouvre le terrain houiller. Dans le Thüringerwald, on croit le terrain houiller subordonné au grès rouge; il pourroit bien en être de même aux environs de Sarrebrück, où l'on vient de retrouver la houille au-dessous du grès rouge, mais où, sur plusieurs points du contour du terrain houiller, on croit voir aussi les couches du grès rouge plonger au-dessous de lui. En Angleterre, le terrain houiller est regardé comme supérieur au terrain de grès rouge, et à un terrain calcaire qu'on rapporte aux formations secondaires, mais qui a beaucoup d'analogie avec le calcaire intermédiaire. Enfin, dans le midi de la France, le terrain houiller, superposé au terrain primordial, renferme, dans ses parties supérieures, des couches de calcaire alpin qui, bientôt, deviennent prédominantes dans la composition de la formation, et contiennent alors à leur tour des couches de psammite, de phyllade et de houille, comme nous le verrons tout à l'heure. (Pour plus de détail sur le gisement du terrain houiller, *V.* HOUILLE.)

Il résulte de ces divers gisemens, que les géologues sont portés à reconnoître deux formations de terrain houiller, l'une contemporaine au terrain de calcaire intermédiaire, l'autre subordonnée à la formation du grès rouge ancien (*rothe liegende*), ce qui signifie seulement que ce terrain a été déposé par la nature, tant avec les derniers terrains que nous classons comme intermédiaires, qu'avec les premiers terrains que nous rangeons dans la classe secondaire, et qu'il enjambe, pour ainsi dire, sur la limite posée par nous entre les deux classes.

Le terrain houiller paroît être la continuation, dans les premières époques secondaires, de la formation de la *grauwacke*. Cette idée a été développée par M. de Hœvel, dans un Mémoire sur la constitution géognostique des montagnes du comté de la Marck.

Le phyllade des terrains houillers (*schieferthon*) forme quelquefois des terrains étendus sans être allié au psammite et sans renfermer de houille. On observe ce fait dans une portion du Palatinat où le phyllade renferme seulement des bancs de calcaire et de poudingue. Dans quelques parties de cette formation, elle contient aussi des couches de psammite, et une ou deux petites couches de houille très-minces, situées en général près de la surface, et à peu près parallèles, dans leur allure, à la configuration du sol. Ces petites couches

ont ordinairement pour toit immédiat, des couches de calcaire compacte, d'un brun jaunâtre. M. d'Engelhardt décrit les montagnes du sud de la Crimée, comme formées aussi de phyllades noirs micacés, secondaires (*schieferthon*), analogues, dit-il, à celui du Palatinat; ces phyllades renferment des bancs subordonnés de roches trappéennes de diverse nature, de calcaire compacte d'un gris foncé, et de poudingue formé de fragmens anguleux de toutes les roches avec lesquelles il alterne. Le calcaire contient aussi quelquefois des fragmens anguleux de trapp, de quarz et de phyllade. Un calcaire marneux et un calcaire sableux paroissent encore alterner avec le phyllade. On ne connoît pas le terrain sur lequel repose tout cet ensemble qui est recouvert par la craie et par un calcaire coquillier.

Indépendamment des phyllades que nous venons d'indiquer, nous devons faire observer que les terrains de la série schisteuse se représentent, comme subordonnés et mélangés à presque tous les terrains des autres séries, particulièrement des séries calcaire, gypseuse et saline. Quelquefois ces terrains subordonnés ont encore les caractères que l'on assigne aux SCHISTES et aux PHYLLADES; mais souvent ce sont de véritables ARGILES tantôt feuilletées, sèches et désignées sous le nom d'*argile schisteuse*, tantôt grasses et humides, et indiquées sous les dénominations de *terre glaise*, *terre grasse*, etc. La *série schisteuse* devient ici véritablement *série argileuse*. Les substances qui constituent les terrains de cette série se mélangent de plus en plus avec les roches des autres terrains : il en résulte les marnes, les grès argileux, les argiles sableuses, etc.; mais tous ces terrains sont encore peu connus, parce que les géologues n'ont guère étudié, jusqu'à présent, les masses minérales qui ne se présentoient pas en couches solides. Cette omission cause, dans la série générale des classifications géognostiques, plusieurs vides réels, que des observations postérieures feront sans doute bientôt disparoître.

APPENDICE A LA SÉRIE SCHISTEUSE.

TERRAINS DE GRÈS ROUGE.

A mesure que nous avançons dans l'ordre général des terrains, nous voyons plusieurs des séries qui se réunissent ou se confondent les unes dans les autres. Cet effet, déjà remarquable dans certaines formations cristallines, plus remarquable dans les formations de sédiment, devient naturellement plus frappant encore dans les formations de transport,

et comme ce dernier genre de terrains comprend, depuis la fin de l'époque intermédiaire, à peu près tous les terrains des séries schisteuse et quarzeuse, il est tout simple que nous observions des mélanges fréquens entre les deux séries. Nous avons reconnu, en effet, ces mélanges dans les formations intermédiaires. Le psammite des terrains houillers en offre un second exemple. Enfin, les terrains dits de *grès rouge* en présentent un exemple encore plus frappant ; l'argile et le quarz entrent en proportion à peu près égale dans leur composition, et ils peuvent être regardés comme le mélange intime des élémens des deux séries.

Le nom de *grès rouge* est purement géognostique, et quoique court, nous avouerons qu'il renferme un grand nombre d'inexactitudes. Les roches des terrains qu'il désigne *ne sont pas des grès*, puisqu'elles ne sont pas homogènes, mais bien des *psammites* rougeâtres et micacés, des *pséphites*, des *poudingues*, des *brèches*, etc. Ces roches sont formées par des fragmens de toute espèce, enveloppés par une pâte argilo-sablonneuse, ordinairement chargée de beaucoup de fer oxydé, et colorée en rouge, mais souvent aussi, grise, brune, jaunâtre, verdâtre, même blanchâtre ; cette pâte est quelquefois pénétrée de parties calcaires. Les fragmens sont de toute grosseur, depuis un pied et plus de diamètre, jusqu'à une ténuité invisible ; ces roches renferment aussi du mica en paillettes ou en petits pelotons, plus abondant dans les variétés à grain fin, que dans les autres.

Généralement connus sous le nom de *grès rouge* et *grès bigarré*, les terrains que nous considérons peuvent être considérés comme formant la masse principale des anciennes formations secondaires. Quelques géologues pensent même que tous les autres terrains de notre groupe doivent être considérés comme subordonnés au *grès rouge* qu'on retrouve également au-dessus et au-dessous des terrains calcaires, gypseux, etc., de ce groupe, duquel on considère alors l'ensemble comme constituant une seule grande formation. Le plus grand nombre des minéralogistes pense, au contraire, d'après Werner, que cet ensemble de terrains de transport rougeâtres doit être partagé en deux formations distinctes, à la première desquelles se rapporte le terrain connu des mineurs allemands sous le nom de *rothe todte liegende* (mur stérile rouge), nom donné par les mineurs du pays de Mansfeld, parce que le schiste marno-bitumineux qu'ils exploitent est situé au dessus de ce terrain ; et dont la seconde comprend les roches arénacées, mélangées en grande proportion de parties argileuses, dans lesquelles le plus ou moins d'a-

bondance du principe ferrugineux colorant produit souvent des nuances variées, et qui sont connues en Allemagne sous le nom de *bunter sandstein* (grès bigarré). Entre ces deux formations se placent alors, aussi comme formations distinctes, les terrains de nature différente, qui entrent dans la composition du premier groupe.

On objecte, contre cette séparation, que les deux terrains sont de même nature, qu'ils ne diffèrent que par leur position géognostique relative à d'autres terrains beaucoup moins considérables qu'eux, et que ceux-ci manquent quelquefois entièrement, d'où il résulte que les deux *grès rouges* se trouvent l'un sur l'autre; que le premier manque quelquefois aussi, de sorte que le second le remplace dans sa superposition immédiate aux terrains plus anciens; qu'ailleurs c'est le second qui manque, et qu'alors, le premier est recouvert par les terrains modernes qui ne viennent, dans l'ordre général, qu'après le grès bigarré; qu'il y a donc souvent grande difficulté pour reconnoître le terrain qu'on étudie, etc. Ces inconvéniens sont réels, mais ils se représentent dans toute la série des recherches géognostiques, et ils ne paroissent pas devoir empêcher d'établir une division qui est nécessaire pour faciliter l'étude.

Nous admettrons donc les deux formations, et faute de meilleurs noms, nous les désignerons sous ceux qui leur ont été donnés jusqu'ici.

Première formation.

TERRAIN DE GRÈS ROUGE ANCIEN (*todte liegende*).

Les roches agrégées qui composent la masse principale de ce terrain, pséphites, poudingues, brèches ou psammites, renferment des fragmens de quarz, de jaspe schistoïde, de schiste, de porphyre, de diabase, de cornéenne et de toute espèce de roches primordiales ou intermédiaires, même quelquefois de gneiss et de granite. Ces fragmens sont de toute grosseur, et agglutinés par une pâte ordinairement très-ferrugineuse et rougeâtre, quelquefois verdâtre ou grise (dans ce dernier cas, on a donné à la roche le nom de *graue liegende*); quelquefois ce sont des brèches à petits grains de quarz, de feldspath ou de différentes roches, lesquelles présentent tous les degrés intermédiaires entre les fragmens les plus volumineux et l'apparence la plus homogène. On y voit aussi des passages très-marqués, au psammite des houillères, ou à la grauwacke, et même des passages à des roches d'apparence ancienne et cristalline, telles que des porphyres, des amygdaloïdes, des diabases, des gneiss et des granites. Enfin, ce terrain est tellement varié dans la nature des roches qui le composent, que beaucoup de géologues

allemands ne le déterminent absolument que par sa position, entre l'ancien calcaire secondaire et les terrains primordiaux ou intermédiaires.

Le tout est distinctement stratifié en couches souvent assez inclinées, souvent aussi à peu près horizontales. Les couches à gros fragmens alternent quelquefois, à plusieurs reprises, avec des couches à fragmens plus petits ou même presque invisibles, semblables à un grès à grain fin ; ordinairement, cependant, les couches qui renferment les fragmens les plus volumineux sont situées au dessous des autres. Ordinairement aussi, les gros fragmens qu'elles renferment, sont de la nature des roches qui composent les terrains sur lesquels elles reposent immédiatement.

Ce terrain contient, en outre, comme partie essentielle, des couches de psammite micacé à grain fin (*sandschiefer*), ainsi que des couches d'argile schisteuse, et l'on observe des passages entre les deux roches, comme entre la première et les poudingues à fragmens volumineux. Enfin, on voit aussi des passages entre le psammite micacé et un sable entièrement désagrégé.

Nous citerons encore, comme appartenant très-probablement à la formation du grès rouge ancien, une brèche formée de gros fragmens de cornéenne, de phyllade et de différentes autres roches agglutinées par un ciment argilo-sableux d'un brun rougeâtre, laquelle forme des couches puissantes et assez fortement inclinées, dans les parties du Palatinat où le terrain trappéen se trouve en contact avec le terrain de grès rouge. Nous avons observé cette brèche au pied du Mont-Tonnerre près de la forge de Winnweiler ; sur les bords de la Nahe, entre Oberstein et Kyrn, où MM. Collini et Faujas l'ont décrite ; enfin, près de Wadern, sur les bords de la Brems. Dans quelques endroits, elle semble alterner avec le terrain de cornéenne et de spillite amygdaloïde sur lequel elle repose ordinairement d'une manière évidente.

Les couches du terrain de grès rouge contiennent assez fréquemment des bois pétrifiés ou des vestiges de bois pénétrés d'un suc siliceux, et renfermant souvent de petits cristaux de quarz. On les connoît, en divers endroits de l'Allemagne, sous le nom d'*onyx*, ou même d'*émeril*, parce qu'on les pulvérise pour en faire une poudre à polir. Ces bois silicifiés paroissent tout-à-fait propres au terrain de grès rouge. On les a retrouvés, dans la même formation, en Amérique, au pied de la chaîne des Andes, et M. de Schlottheim pense que l'énorme quantité de bois pétrifiés qu'on rencontre dans les déserts sablonneux de Lybie, d'Égypte et d'Arabie, provient probablement de la destruction de couches de grès rouge.

On a cité un très-petit nombre d'autres fossiles dans le grès rouge ancien ; mais ces indications ne paroissent pas appuyées d'observations exactes. Nous devons cependant dire que M. de Schlottheim annonce avoir trouvé des empreintes de mousses analogues aux *lycopodium*, dans des couches de psammite feuilleté appartenant au terrain de grès rouge ancien.

Le terrain de grès rouge contient des bancs subordonnés de porphyre, d'argilophyre et de spillite amygdaloïde. On observe, entre la roche agrégée qui fait la base du terrain et les roches cristallines subordonnées, les passages les plus insensibles : ces passages constituent souvent la roche que l'on a nommée *faux porphyre*, et que M. Brongniart désigne sous le nom de mimophyre.

Ce terrain renferme aussi, quoique rarement, des bancs subordonnés de calcaire marbre, ou de calcaire compacte veiné, analogue à celui qui se rencontre dans le terrain de grauwacke : on voit des exemples de ce fait dans le pays de Mansfeld. On a indiqué, dans une de ces couches calcaires, l'existence de fossiles marins appartenant au genre des *térébratules* et à des *discoïdes*. On a cité des couches d'oolithe dans le grès rouge ancien, près de Wettin ; mais ce fait n'est pas bien constaté, et paroît en opposition avec tout ce qu'on connoît d'ailleurs du gisement de l'oolithe.

Le grès rouge renferme, particulièrement entre ses couches les plus anciennes ou inférieures, des bancs de *schiste charbonneux* (*Kohlenschiefer*), substance nommée ainsi par M. Friesleben qui la regarde comme différente de celle à laquelle M. Voigt a donné le même nom (*V.* ci-dessus, à l'article du terrain houiller), et comme mitoyenne entre le schiste marno-bitumineux et la houille, substance qui présente souvent des empreintes de poissons, et qui contient quelquefois des minerais métalliques. Enfin, il paroît que plusieurs véritables couches de houille, et même plusieurs terrains houillers, sont subordonnés au grès rouge ancien, dans différentes parties de l'Allemagne, ce qui a conduit quelques géologues à penser qu'il en étoit ainsi pour toute la formation houillère. On rencontre aussi, dans le grès rouge, de petites couches ou plutôt des amas de fer oxydé rouge ou terreux. Les couches de grès qui les renferment sont souvent presque blanches, et il semble alors que tout le fer, qui auroit coloré la masse entière de la couche, s'est réuni dans un petit nombre de portions.

A Erlenbach dans les Vosges, une couche de grès rouge est pénétrée de minerai de plomb, particulièrement de plomb phosphaté, et on l'exploite comme gîte de minerai.

On veut aussi rapporter à la formation du grès rouge, le grand dépôt de minerai de plomb de Bleyberg et Gemünd, près Aix-la-Chapelle, où le plomb sulfuré est disséminé dans les couches en globules nombreux; mais la masse de ces couches est un grès entièrement blanc qui alterne avec des poudingues quarzeux. Les couches des grès qui renferment des minerais de cuivre au pied des monts Oural en Sibérie, celles qui contiennent des veinules et rognons nombreux de cuivre oxydulé et carbonaté à Cheffy (département du Rhône), doivent probablement être également rapportées à la formation du grès rouge ancien.

Nous croyons devoir répéter que le terrain de grès rouge est particulièrement remarquable par la variété extrême de sa composition, et par les passages fréquens qu'il présente, des poudingues les plus caracterisés à des roches bien cristallines. Nous avons vu déjà plusieurs fois des faits analogues; mais nulle part ils ne sont aussi fréquens que dans cette formation, et ils nous paroissent toujours également incompréhensibles.

Le terrain de grès rouge est souvent traversé par des filons calcaires, quelquefois par des filons de spath fluor et de spath pesant. On y exploite des filons de cuivre et de cobalt en Hesse et en Thuringe. On y connoît aussi des filons de fer oxydé, de fer hydraté et de manganèse oxydé, ces derniers particulièrement dans les terrains de cornéenne et de *faux porphyre* subordonnés au grès rouge. Tels paroissent être ceux de Crettnich en Palatinat, d'Ilefeld au Hartz, d'Exeter en Devonshire, etc.

Ce terrain repose quelquefois immédiatement sur les terrains primordiaux; ailleurs sur les terrains de grauwacke. Quelquefois alors, dans le pays de Mansfeld, une petite formation houillère se présente entre deux. On a cru remarquer, dans quelques localités, un passage géognostique de la grauwacke au grès rouge, ce qui seroit très-peu extraordinaire d'après la nature des deux terrains. Cependant il ne paroît pas que le gisement du grès rouge, soit sur les terrains primordiaux, soit sur les terrains intermédiaires, ait été jamais indiqué, d'une manière positive, comme *concordant*. Ce gisement semble au contraire presque toujours un peu *différent*, c'est-à-dire, que les couches du grès rouge ne sont pas disposées parallèlement aux couches du terrain inférieur, ce qui indique un assez grand intervalle, et un changement dans la configuration du sol entre le dépôt des deux formations. Quand la direction des couches des deux terrains est la même, l'inclinaison de celle du grès rouge est toujours moins forte que *l'inclinaison* de celle de la grauwacke, et cette pente devient

de plus en plus foible dans les couches supérieures du terrain de grès rouge qui sont souvent horizontales. Souvent aussi le gisement de ce terrain est *concave*, et les couches se relèvent, des deux côtés, sur les flancs des montagnes du terrain ancien.

C'est, de même, en gisement concave, que le grès rouge se montre souvent superposé au terrain de porphyre et de syénite; mais d'un autre côté, un assez grand nombre de localités montrent une alternative plusieurs fois répétée et des passages très-marqués entre les deux terrains, ou entre le grès rouge et un porphyre tout-à-fait semblable à celui de la *formation principale*. Il en est résulté, pour quelques géognostes, l'opinion que toute cette formation principale du porphyre ancien, ainsi que ce terrain de syénite, appartenoient à la même grande formation que le grès rouge.

Partout où le grès rouge se trouve en contact avec le calcaire intermédiaire, il recouvre ce dernier terrain; partout, au contraire, où on l'a cité en contact avec le calcaire alpin, il en est recouvert. Il paroîtra cependant peut-être difficile d'admettre, comme générale, cette différence tranchée entre les relations du grès rouge avec les deux calcaires, lorsque nous verrons ces deux calcaires se recouvrir l'un l'autre en gisement concordant, quand la formation de grès rouge manque, et passer l'un à l'autre d'une manière insensible.

Quand le grès rouge est recouvert par le calcaire alpin, il y a souvent une espèce de passage géognostique de l'un à l'autre terrain; les couches supérieures de la roche arénacée deviennent grises ou blanchâtres, elles se mélangent avec beaucoup de parties calcaires, et constituent ce que les mineurs du Mansfeld nomment le *Weissliegende*.

A Wettin sur la Saale, et en Silésie, il passe pour constant, depuis long-temps, que le grès rouge recouvre le terrain houiller. Le nom donné au grès rouge de Silésie, est même, par cette raison, celui de *rothe hangende* (toit rouge) au lieu de *rothe liegende* (mur rouge), sous lequel on le désigne en le considérant par rapport au schiste cuivreux du pays de Mansfeld. Cependant, à Wettin, on annonce aussi avoir retrouvé le grès rouge au-dessous de la houille. A Planitz en Saxe, on pense que la formation houillère et le terrain d'amygdaloïde de cette contrée sont subordonnés au terrain de grès rouge.

En Angleterre, au contraire, on regarde le grès rouge ancien comme reposant immédiatement sur la grauwacke, et comme étant recouvert par un calcaire qui est lui-même constamment recouvert par le terrain houiller.

Le *grès rouge ancien* forme souvent des montagnes à pentes assez roides, dont les crêtes présentent quelquefois des rochers très-escarpés, groupés d'une manière bizarre et assez semblables à des ruines; souvent aussi les flancs des montagnes offrent beaucoup d'escarpemens, et les vallées sont étroites et profondes, ce qui provient de la position horizontale des couches, dont les ruptures présentent alors des gradins verticaux. Quelquefois cependant les pentes sont plus douces, et les vallons offrent des points de vue aussi agréables que pittoresques. Quelquefois le grès rouge remplit seulement le fond des vallées formées par le sol primordial, vallées dont le creusement a, par conséquent, été antérieur au dépôt de ce terrain. Quelquefois aussi il s'élève jusqu'au sommet des chaînes, et recouvre les crêtes du terrain primordial, en couches très-puissantes. Ces deux circonstances se présentent dans les Vosges, dans le Thüringerwald, etc. Ailleurs, le grès rouge remplit tout l'espace compris entre deux systèmes de terrains primordiaux, plus ou moins éloignés l'un de l'autre. On peut remarquer qu'en Europe le terrain de grès rouge se rencontre plus ordinairement sur la pente sud des chaînes anciennes, que sur leur pente septentrionale, et que souvent il constitue le sol de contrées extrêmement étendues; mais quelquefois, dans ce dernier cas, il est douteux que tout ce sol appartienne au *grès rouge ancien* tel que nous l'avons déterminé. Ce doute existe, par exemple, pour l'ensemble du terrain de grès rouge des Vosges et du Palatinat, qui n'est recouvert que par un calcaire beaucoup moins ancien que celui de la Thuringe, et qui pourroit bien comprendre les deux formations de grès rouge du centre de l'Allemagne.

En Angleterre, où les deux formations sont souvent séparées par des terrains calcaires, et même par le terrain houiller, tous ces intermédiaires manquent quelquefois; les deux *grès rouges* reposent immédiatement l'un sur l'autre; alors ils se confondent de telle manière, qu'il est impossible de reconnoître leur limite.

Deuxième formation.

TERRAIN DE GRÈS ROUGE NOUVEAU OU DE GRÈS BIGARRÉ (*bunter sandstein*).

Le nom de *grès bigarré* a été donné à ce terrain, parce que le psammite qui en forme la roche principale, présente en effet, dans sa couleur, une variation et une alternative de teintes rouges, verdâtres, jaunâtres et grises, teintes qui sont dues sans doute à la proportion plus ou moins abon-

dante d'oxyde de fer que la roche renferme. Les teintes rouges sont cependant prédominantes. Cette variation se présente bien aussi quelquefois dans le grès rouge ancien, mais elle y est beaucoup moins fréquente; ici elle forme un caractère frappant et à-peu-près constant. Un autre caractère, tiré également de la nature de la roche, et qui peut, jusqu'à un certain point, distinguer cette formation de la précédente, est la grande proportion d'argile qu'elle renferme, mêlée au psammite rougeâtre. Souvent cette argile est prédominante dans la masse du terrain; elle s'y présente, soit en couches puissantes ou nombreuses, soit en amas ou rognons aplatis ou irréguliers, connus dans le pays de Mansfeld sous le nom de *thongalle*. Aussi, M. Freiesleben désigne-t-il ce terrain sous le nom de *formation d'argile et de grès*; d'autres personnes lui donnent la dénomination de *grès argileux*; les minéralogistes anglais lui donnent celle de *marne rouge* (*red marl*), parce que l'argile, qu'ils regardent comme le terrain principal, est souvent mélangée de parties calcaires en proportion notable.

Le grès, ou plutôt le psammite de cette formation, est en général à grain fin, micacé, et présente une structure feuilletée. Le ciment est ordinairement argilo-ferrugineux, rarement siliceux ou calcaire. Rarement aussi ce psammite contient des fragmens un peu volumineux; on y voit cependant quelques bancs de poudingue. Les couches et les feuillets de psammite alternent avec des couches et des feuillets, de toute épaisseur, d'argile schisteuse ou feuilletée, grise, jaunâtre, verdâtre, bleuâtre ou rougeâtre, quelquefois dure et compacte, et passant à l'argilolite, mais plus souvent molle et un peu onctueuse au toucher, mêlée de plus ou moins de sable, et contenant des paillettes de mica. Elle renferme des lits ou des rognons d'argile smectique ou *terre à foulon*, d'argile figuline ou *terre à poterie*, et d'argile ocreuse jaune.

Il ne paroît pas très-certain qu'on ait reconnu des débris de corps organisés dans le grès bigarré bien caractérisé. Presque tous ceux qu'on y a cités semblent se rapporter à des terrains de grès blanc (*quader sandstein*), dont nous parlerons plus tard. Cependant, M. Freiesleben indique, d'après M. de Schlottheim, comme propres au véritable *grès bigarré*, des *pectinites*, des *pinnites*, des *pholades*, des *turbinites*, et de grandes *ostracites*. On cite aussi des empreintes végétales analogues à des *roseaux*, et en partie carbonisées, dans le grès bigarré des environs de Stuttgardt.

Outre le psammite et l'argile, le terrain renferme, comme partie essentielle de sa composition, des couches d'oolithe, de

toutes les grosseurs de grains, et dont quelques uns semblent être des amas plutôt de petites pétrifications analogues aux *échinites*, que de simples globules de calcaire compacte ou testacé; des couches de calcaire marneux, de sable, de fer oxydé argileux qui forme souvent des géodes. La plupart des œtites semblent appartenir à ce terrain qui contient aussi quelquefois, dit-on, des minerais de fer en grains. Il renferme encore, comme membre subordonné, une formation de gypse en masses irrégulières, soit disséminées dans les couches argileuses (ces masses ont souvent alors plusieurs toises d'épaisseur, et ne présentent entre elles aucune liaison), soit disposées avec une sorte de suite, dans les couches de psammite calcaire. Ce gypse se rapporte à la seconde formation que nous étudierons dans la série gypseuse. On a indiqué aussi du sel gemme dans cette formation, à Tiede (duché de Brunswick), et on croit que la plupart des sources salées du nord de l'Allemagne sortent des terrains subordonnés au grès bigarré.

On cite encore, dans ce terrain, des couches de houille; mais la plupart de celles qui ont été indiquées par M. Freiesleben, appartiennent à la formation du *quadersandstein*, que nous séparerons de celle-ci. On exploite cependant, dans les *plaines de la Suisse* et dans le sud de l'Allemagne, un combustible qu'on désigne sous le nom de houille, dans un terrain qu'on rapporte au grès bigarré; mais plusieurs minéralogistes pensent que cette formation est beaucoup plus moderne, et que le combustible qu'on y exploite n'est pas une véritable houille, mais un lignite.

Le grès bigarré est toujours distinctement stratifié, à couches peu épaisses, souvent contournées en petit, mais qui, en grand, sont à peu près horizontales.

La formation du grés bigarré repose ordinairement sur le terrain de calcaire alpin, ou sur le terrain de gypse et de sel contemporain au calcaire alpin. Son gisement, au rapport de M. Freiesleben, paroît *différent* de celui du terrain inférieur; mais cette indication nous semble mériter une confirmation ultérieure, en tant qu'elle se rapporte à *notre grès bigarré* et non au *grès blanc*, et qu'on veuille la considérer comme générale. Cette formation est recouverte par le calcaire coquillier (*muschelkak*), des Allemands, ou par le grès blanc (*quader-sandstein*). Mais souvent les terrains qui devroient servir de *mur* ou de *toit* au grès bigarré, manquent; quelquefois ce grès recouvre immédiatement le grès rouge ancien, et alors on le confond avec lui; ailleurs, au contraire, on le confond avec le grès blanc qui le recouvre; ailleurs

enfin, ne le voyant recouvert par aucun autre terrain, on le regarde comme le produit d'un dépôt des plus modernes. Enfin, il existe, parmi les géognostes, une grande incertitude sur la place que cette formation doit occuper, et même sur son existence réelle dans beaucoup de contrées où on l'a signalée. On ne peut donc dire si elle est plus ou moins généralement répandue. Elle existe, bien caractérisée, au centre de l'Allemagne, dans le pays de Mansfeld et au pied du Thüringerwald; on la connoît aussi, très-étendue, dans les parties peu élevées et au pied des monts Karpathes, où elle recouvre le calcaire alpin et le terrain qui renferme les masses de sel gemme, exploitées à Wieliczka et ailleurs; en Angleterre où elle renferme, comme dans le Mansfeld, des gypses et des sources salées, et où cependant plusieurs géognostes pensent qu'elle doit être réunie au grès rouge ancien. Il est probable qu'elle existe aussi dans les Vosges, où elle reposeroit immédiatement sur le grès rouge ancien. En Bourgogne, les deux terrains de calcaire secondaire sont ordinairement séparés par des couches de psammite micacé et de grès, qu'on doit sans doute rapporter au *grès bigarré*, et qui renferment quelquefois des bois silicifiés.

Le grès bigarré ne constitue, en général, que des collines ou montagnes peu élevées, de forme conique et à pentes douces. Il présente cependant quelquefois des rochers escarpés. Il forme aussi des terrains de plaines.

L'ensemble des montagnes ou des collines qui constitue, au nord-ouest des chaînes centrales des Alpes, la contrée que, par comparaison avec les cimes élevées de ces chaînes centrales, on désigne sous le nom de *plaines de la Suisse*, et dont l'élévation varie de 500 à 1800 mètres, est formée par des terrains de roches arénacées, que plusieurs minéralogistes regardent comme appartenant à la formation du grès bigarré, et qui s'en rapprochent en effet par beaucoup de caractères. Ces mêmes terrains renferment les poudingues calcaires et polygéniques, connus sous le nom de *nagelflue*, et on observe des passages fréquens de l'une à l'autre roche. Nous n'en faisons ici qu'une mention, parce que le plus grand nombre des géologues rapportent tout cet ensemble de terrains de transport, aux formations d'alluvion.

TERRAINS DE GRÈS VERT.

Les calcaires secondaires anciens des Alpes renferment des bancs subordonnés de psammite, coloré en vert par une substance qui paroît être la chlorite, et connu sous le nom de *grès vert*. Ce terrain renferme de nombreux débris

de corps organisés, particulièrement des *nummulites* d[illegible] de *bélemnites*, rarement des *huîtres*.

SÉRIE QUARZEUSE.

TERRAINS DE GRÈS.

Le grès véritable, d'apparence homogène, ne constitue pas, dans le premier groupe, de terrain indépendant. Il ne se présente qu'en couches subordonnées, qui sont même assez rares. On en connoît cependant dans plusieurs terrains houillers, particulièrement aux mines de Saint-Georges-Chatelaison et de Layon et Loire (département de Maine et Loire), où on lui donne le nom de *pierre carrée*; à Noyant (département de l'Allier); à Hardinghen (département du Pas-de-Calais), où on le trouve au-dessous de tout le terrain houiller; à Newcastle en Angleterre, etc.

Le grain de ce grès est plus ou moins serré. Quelquefois il passe à un [illegible] grenu, semblable à celui des terrains intermédiaires. Ailleurs, il est presque friable.

On connoît aussi des bancs subordonnés de grès, dans les terrains de grès rouge et de grès bigarré, et on observe le passage [illegible] de la roche solide aux psammites qui constituent la masse principale de ces formations. Enfin on connoît des bancs du même terrain, dans les formations calcaires que nous décrirons bientôt.

TERRAIN DE [illegible].

Nous indiquerons, sous ce nom, un terrain encore peu connu. La roche qui le constitue, signalée par M. Monnet, dans le Boulonnais, sous le nom de *faux grès*, est composée d'un mélange intime de silice et de chaux carbonatée, et présente une apparence homogène. Elle renferme beaucoup de pétrifications, principalement des *ammonites*, des *térébratules*, des *trigonies*, des *camites*, des *huîtres*, etc., et alterne, en couches peu épaisses, avec un calcaire argileux. Nous avons observé ce terrain dans tout le bas Boulonnais; M. Omalius d'Halloy l'a reconnu dans le *pays de Bray*, sur les côtes du Calvados, en Berry, en Lorraine, etc.; mais il le croit d'une formation plus moderne que celle à laquelle nous le rapportons.

TERRAIN DE JASPE SCHISTOÏDE.

On a indiqué des terrains de jaspe schistoïde et de jaspe rubané, en Silésie, à Bunzlau; en Saxe, à Gnandstein; île de Skie, près des côtes d'Écosse, etc., comme appar-

tenant aux formations secondaires, et comme reposant dans plusieurs de ces localités, sur le calcaire dit *alpin*. M. de Humboldt, M. Escher et d'autres minéralogistes, indiquent aussi des bancs de jaspe schistoïde dans le calcaire alpin. Les couches de houille du terrain houiller renferment souvent des amas et des petites couches de jaspe schistoïde qui passe quelquefois à l'argilolite : M. Voigt attribue à cette circonstance les nombreux cailloux roulés de jaspe schistoïde, qu'on trouve dans le lit de certains ruisseaux, qui descendent des montagnes formées de terrain houiller.

SERIE FELDSPATHIQUE.

Nous retrouvons encore ici des roches d'apparence toute cristalline, au milieu des terrains de sédiment et de transport les plus complétement caractérisés. Nous retrouvons aussi les passages, que nous avons déjà remarqués plusieurs fois, entre les uns et les autres.

TERRAINS DE PÉTROSILEX.

Des couches de pétrosilex se présentent subordonnées à certains terrains houillers. On en connoît à Montrelais, à Litry, et dans quelques autres mines de houille de l'intérieur de la France. Si ces terrains houillers sont contemporains des formations intermédiaires, comme le pensent plusieurs géologues, le pétrosilex qui leur appartient doit être rapporté à la même formation que celui du terrain à anthracite de Schœnefeld, en Saxe, et autres que nous avons cités en parlant de la seconde classe.

TERRAINS DE PORPHYRE ET D'ARGILOPHYRE.

Le porphyre et l'argilophyre constituent, dans plusieurs localités, des bancs subordonnés au terrain houiller et au terrain de grès rouge ancien. Le premier fait a été remarqué principalement en Silésie, où le porphyre forme quelquefois le toit immédiat de la houille, et où ce terrain subordonné semble partager toute la formation houillère en deux zones, situées au-dessous et au-dessus du porphyre. Près de Wettin, sur la Saale, le terrain houiller plonge sous un terrain de porphyre, qui paroît subordonné au grès rouge ancien.

Dans un assez grand nombre de localités, on observe des terrains étendus de porphyre et d'argilophyre, subordonnés ainsi au grès rouge. Ce fait remarquable est encore digne d'une attention particulière, par toutes les circonstances qu'il présente. Le porphyre est quelquefois très-cristallin, très-pétrosiliceux, et tout-à-fait semblable aux porphyres les

plus caractérisés de la formation principale ; mais il passe fréquemment, d'une manière insensible, à l'argilophyre, à l'argilolite, au mimophyre, et enfin à des roches de transport, brèches ou poudingues, qui appartiennent essentiellement au terrain du grès rouge. Les minéralogistes allemands assurent qu'on y connoît aussi des rétinites (*pechstein*) et des stigmites, ou porphyres à base de rétinite, et qu'on y observe le passage insensible du véritable porphyre au stigmite.

On observe de même des passages nombreux de ces terrains porphyriques aux terrains trappéens, qui sont dans la même position géognostique. Cette liaison, entre les terrains feldspathiques et amphiboliques, est très-fréquente dans les formations non primordiales, et on peut la considérer comme un effet de la fusion qui s'opère, de plus en plus, entre toutes les séries. Cette liaison a porté plusieurs géologues à regarder tous les porphyres du Palatinat (du Mont-Tonnerre et autres), comme faisant partie du terrain trappéen de la Nahe ; ils croient que tout cet ensemble de terrains cristallins est subordonné au terrain de grès rouge, quoique les terrains porphyriques ne se soient montrés, dans ce pays, qu'au-dessous du grès rouge et du terrain houiller.

Nous voyons encore ici, qu'on ne peut poser de limite entre les terrains cristallins et les terrains de transport, et ce fait devient d'autant plus important à remarquer, dans la série porphyrique, qu'il est également presque impossible de poser une limite, dans cette série, entre les terrains que l'on peut croire subordonnés au grès rouge, et ceux de même nature qui ont été long-temps regardés, et qu'on regarde encore, comme intermédiaires ou même comme primordiaux.

Nous ne savons pas cependant qu'on ait reconnu de syénite dans les formations porphyriques subordonnées au grès rouge ; mais, si l'on compare entre eux plusieurs grands ensembles de formations minérales, on verra souvent que, dans ceux où le grès rouge manque, le terrain de syénite semble remplir sa place, et, réciproquement, que le grès rouge se présente dans d'autres, à la place géognostique où l'on auroit pu s'attendre à trouver la syénite.

Les terrains porphyriques du grès rouge présentent, en général, aussi peu d'apparence de stratification, que ceux des formations primordiales et intermédiaires. Quelquefois cependant, surtout quand la masse principale du terrain est formée d'argilophyre ou d'argilolite, on observe une stratification horizontale et assez distincte. On n'y a point reconnu

de vestiges de corps organisés. Ces terrains renferment souvent des parties quarzeuses à peu près sphéroïdales, creuses et tapissées intérieurement de cristaux.

Le peu de certitude avec laquelle on peut distinguer souvent cette formation, de celles de même nature qui sont plus anciennes, ne permet pas de dire si elle est plus ou moins généralement répandue.

SERIE AMPHIBOLIQUE ou TRAPPÉENNE.

TERRAINS DE CORNÉENNE.

La cornéenne et les roches porphyroïdes ou amygdaloïdes, à base de cornéenne, constituent, dans les formations du terrain houiller et du grès rouge, des terrains subordonnés qui ont été souvent confondus, soit avec les terrains de même nature de la classe intermédiaire, soit avec les terrains basaltiques. Par suite de cette confusion, il existe encore de l'incertitude pour la plupart des localités.

Nous citerons seulement, comme exemples de terrains trappéens subordonnés au terrain houiller : 1.° la *roche noire*, des environs de Noyant (département de l'Allier), que M. Duhamel a fait connoître, et qui est intercalée entre les couches de phyllade, de psammite et de houille ; elle forme, elle-même, des couches qui suivent les inflexions du terrain houiller, et qui présentent, dans leur nature, beaucoup de variétés. Plusieurs de ces couches passent à la vake, d'autres semblent analogues au basalte ; 2.° le terrain trappéen des environs de Figeac (département du Lot), qui est de nature tout-à-fait analogue à celui de Noyant, quoiqu'il offre encore plus de ressemblance avec les terrains basaltiques, et qui forme des couches dans un terrain de phyllade à empreintes végétales, situé au-dessous du psammite houiller ; 3.° nous citerons aussi plusieurs localités, dans le Palatinat, près de Rockenhausen, de Hefersweiler et de Durckroth, où des roches trappéennes, de diverse nature, nous ont paru former des couches dans un terrain houiller ; 4.° dans le sud de la Crimée, un phyllade micacé, analogue à ceux des terrains houillers, renferme, selon M. d'Engelhardt, des bancs subordonnés de roches trappéennes, tantôt semblables au basalte, et présentant alors des colonnes prismatiques de petite dimension, à 3, 5 ou 7 côtés ; tantôt analogues à l'eurite compacte (*hornfels* du Hartz) ; tantôt formées de diabase de plusieurs variétés, qui présentent aussi des colonnes et se divisent en boules.

Relativement au grès rouge, il existe au moins autant

d'incertitude. Cependant, les terrains trappéens de Planitz en Saxe, et d'Ilefeld au Hartz, paroissent bien devoir être regardés comme subordonnés au grès rouge. Il en est de même pour ceux des environs de Schweidnitz, en Silésie, et de quelques contrées de l'Ecosse, probablement aussi pour le terrain trappéen de la Nahe; et les faits que nous venons de citer, relativement à des portions de ce terrain qui sont subordonnées à la formation houillère du Palatinat, parlent en faveur de cette opinion, comme en faveur de celle qui réunit le terrain houiller au terrain de grès rouge. Nous avons cité, cependant, le terrain de la Nahe, en parlant des formations trappéennes intermédiaires, mais en exprimant nos doutes sur ce rapprochement. Nous rappellerons ici à l'appui de ces doutes, que nous avons cru remarquer, plusieurs fois, des passages complets entre les roches trappéennes de cette contrée et les roches arénacées du terrain de grès rouge avec lequel les premières sont en contact.

Ces passages à des roches de transport, si fréquens dans les terrains trappéens comme dans les terrains de porphyre, ceux qu'on observe souvent entre les roches de ces deux séries, leur passage également fréquent à des vakes, à des rétinites, à des roches entièrement analogues aux basaltes et aux roches volcaniques, l'analogie qui existe aussi, sous le rapport des circonstances du gisement, entre certains terrains bien reconnus pour produit des volcans, et certains terrains porphyriques et trappéens, tout contribue à rendre l'étude de ces deux séries plus difficile encore et plus incertaine que celle de toutes les autres.

Les terrains trappéens secondaires ne renferment point de vestiges de corps organisés. Quand ils se présentent en masses considérables, la stratification y est quelquefois très-peu distincte. Ils offrent, d'ailleurs, tous les caractères que nous avons indiqués pour les formations trappéennes des deux premières classes.

SÉRIE CALCAIRE.

Les calcaires secondaires anciens ou inférieurs, sont, en général, désignés sous le nom de Calcaire alpin, ou *calcaire des Alpes*, parce que, dans les Alpes, des chaînes latérales, très-étendues et très-puissantes, sont formées de terrains calcaires qu'on regarde comme type de ces formations, et auxquels on veut rapporter ceux des autres contrées. Plusieurs minéralogistes, classent aussi dans le même groupe, les *calcaires du Jura* qu'ils désignent sous le nom de cette chaîne, et auxquels ils rapportent, sous la même désignation, les ter-

rains calcaires d'un assez grand nombre de pays. D'autres, au contraire, regardent le *calcaire du Jura* comme ne devant pas faire partie du groupe des terrains secondaires inférieurs, mais devant être renvoyé au second groupe, avec le *calcaire coquillier* des Allemands. Une incertitude semblable existe même pour les calcaires des Alpes, dont les uns veulent faire une formation secondaire distincte, et que les autres veulent réunir, en partie, aux calcaires intermédiaires, et en partie au calcaire du Jura. Enfin, les calcaires secondaires anciens des autres contrées présentent souvent, soit dans leur nature, soit même dans leurs relations géognostiques, des caractères plus ou moins différens de ceux qu'on observe dans les calcaires des Alpes, de sorte qu'on est souvent incertain sur le rapprochement qu'on peut faire des uns avec les autres. Ainsi, quoique la présence du *schiste marno-bitumineux* n'ait point été bien constatée dans le calcaire des Alpes, cette roche est regardée, par beaucoup de géologues, comme caractéristique pour reconnoître le *calcaire alpin* dans les contrées les plus éloignées; et cependant, M. Freiesleben, qui a étudié et décrit, dans le plus grand détail, les terrains calcaires dans lesquels le schiste marno-bitumineux est exploité au centre de l'Allemagne, ne croit pas pouvoir décider que ces terrains se rapportent au *calcaire alpin ;* il pense que les couches supérieures de cette formation calcaire sont analogues au calcaire du Jura, mais il n'indique aucune analogie semblable pour les couches inférieures, au nombre desquelles est comprise celle du schiste marno-bitumineux.

Sur la pente du nord de la chaîne centrale des Alpes, où les formations calcaires sont très-développées, elles constituent, parallèlement à cette chaîne centrale, la masse principale de plusieurs chaînes que M. Escher réunit sous le nom de *hochgebirgskalkstein* (calcaire des hautes montagnes). La chaîne la plus voisine du centre lui paroît formée de calcaire intermédiaire, et une autre chaîne, formée, dit-il, du *calcaire alpin* des minéralogistes allemands, est séparée de la première par des terrains de phyllade, de grauwacke et de gypse.

Dans son ouvrage : *Ueber den Bau der Erde in den Alpen gebirge*, M. Ebel reconnoît quatre chaînes calcaires dans la partie nord des hautes chaînes des Alpes. Il regarde les deux chaînes intérieures comme *intermédiaires*, et les deux suivantes comme formées de *calcaire alpin*. Quelquefois, dit-il, les psammites, subordonnés à la troisième chaîne, renferment des fragmens de terrains semblables à ceux des chaînes plus anciennes. Il semble résulter, de ce fait et de plusieurs

autres, la nécessité de diviser la formation de ces chaînes en deux époques très-distinctes; et, cependant, dans un grand nombre d'endroits, les couches de tous ces terrains calcaires paroissent constituer un seul ensemble, être liées d'une manière continue, et se relever à plusieurs reprises pour former les différentes chaînes. On ne sait donc alors où finit le calcaire intermédiaire, et où commence le calcaire alpin.

MM. Lupin et Brocchi distinguent trois formations dans le calcaire des Alpes. La première leur paroît un véritable calcaire intermédiaire; la troisième, un calcaire secondaire bien déterminé; et la seconde, placée sur la limite de ces deux grandes époques, peut être regardée, disent-ils, soit comme un calcaire intermédiaire plus récent, soit comme un calcaire secondaire plus ancien; d'où l'on est forcé de conclure qu'il n'y a aucune limite précise entre les deux classes, que les roches qui leur appartiennent passent insensiblement l'une à l'autre, et qu'elles sont susceptibles d'une infinité de petites modifications.

On a souvent indiqué, comme caractère géognostique, du calcaire secondaire ancien, ou *calcaire alpin*, sa superposition immédiate au terrain de grès rouge ancien ou au terrain houiller; mais, dans les Alpes, ce caractère n'existe pas, puisque le calcaire alpin est souvent lié immédiatement au calcaire intermédiaire; et en Angleterre, le *calcaire des montagnes*, que les géologues anglais regardent comme un vrai *calcaire alpin*, repose bien, à la vérité, sur le grès rouge ancien, mais il est recouvert par le terrain houiller.

Nous pourrions facilement indiquer, dans les caractères assignés au calcaire alpin, un plus grand nombre de ces anomalies; mais ce que nous venons de dire nous semble suffisant pour donner une idée des difficultés qui peuvent exister dans sa détermination géognostique, du moment qu'on veut la faire avec quelque précision.

Le calcaire secondaire inférieur renferme un grand nombre de variétés de terrains calcaires, que nous réunirons dans les désignations suivantes : *calcaire marbre*, *calcaire psammitique*, *calcaire marno-bitumineux*, *calcaire compacte marneux*, *calcaire rude ou caverneux*; *calcaire marneux pulvérulent*, *calcaire fétide*, *calcaire ferrugineux*, *calcaire calaminaire*, *calcaire salifère*, etc. La plupart de ces variétés passent l'une à l'autre; elles n'affectent pas un ordre constant dans leur position géognostique; d'ailleurs, elles ne se trouvent jamais toutes dans la même contrée, de sorte qu'il est très-difficile ou impossible de déterminer leurs rapports généraux d'ancienneté. Nous essaierons cependant

de présenter, au moins comme une supposition plus ou moins probable, leur classification en trois formations, ou plutôt trois subdivisions principales.

Première formation. — TERRAIN DE CALCAIRE MARBRE.

Ce calcaire est de nature tout-à-fait analogue au marbre des terrains intermédiaires : ordinairement bleu, grisâtre ou noirâtre, il est à grain fin ou serré, quelquefois traversé par des veines spathiques rouges ou blanches, et il exhale souvent, par le choc, une odeur fétide qui paroît plutôt due à de l'hydrogène sulfuré qu'à du bitume. Il se confond souvent, dans les Alpes, avec les calcaires intermédiaires avec lesquels il est en contact. En Angleterre, où on le désigne sous le nom de *calcaire de montagne*, il repose sur le grès rouge ancien ou sur les phyllades intermédiaires et la grauwacke ; il renferme des bancs subordonnés de psammite, de phyllade et de houille, mais il est recouvert par les grands terrains houillers du Northumberland, de Durham, du Glamorgan, etc. En Allemagne, il forme des bancs subordonnés dans le terrain de grès rouge ; dans le midi de la France et dans le Palatinat, il en forme dans le terrain houiller. En Belgique et particulièrement sur les bords de la Meuse, il se confond probablement aussi avec les calcaires intermédiaires de la grande zône qui renferme les nombreux et riches bassins houillers de cette contrée.

Le calcaire marbre contient peu de pétrifications ; ce sont des *ammonites*, des *térébratules*, des *peignes*, et en général des fossiles qui semblent analogues à ceux des calcaires intermédiaires. On indique, dans le *calcaire de montagnes* des minéralogistes anglais, des *madrépores*, des *encrinites*, des *peignes*, des *huîtres*, des *arches*, et des *anomies*, ainsi que des impressions de plantes qui paroissent, dit-on, assez semblables à des *euphorbes*.

Ce terrain est distinctement stratifié, en couches assez inclinées et souvent arquées ou contournées. Il renferme quelquefois des bancs subordonnés de terrains de transport analogues à la grauwacke ou au grès rouge ancien. Il renferme encore, dans les Alpes, des couches qui paroissent être des brèches calcaires, semblables à celles des terrains intermédiaires des mêmes montagnes. Enfin, il contient quelquefois des couches subordonnées de houille et de fer argileux lenticulaire.

Le calcaire marbre renferme aussi de nombreux gîtes de minerais, particulièrement des filons de plomb argentifère.

Un grand nombre de ces filons sont exploités, par exemple, en Angleterre, dans le Northumberland, le Durham, le Derbyshire, etc.; peut-être doit-on rapporter à cette formation les calcaires de la Belgique qui contiennent des amas, des couches et des filons de plomb, de fer et de calamine.

Beaucoup de caractères tendroient à faire réunir ce calcaire à la classe précédente; mais il en est séparé, tantôt par son association avec le grès rouge ancien ou avec le terrain houiller, tantôt par son gisement. En effet, dans les Alpes, quand il ne fait pas suite aux calcaires intermédiaires, il repose, en gisement *différent* et *transgressif*, sur des terrains intermédiaires bien caractérisés, et auxquels on doit alors le regarder comme de formation très-postérieure. C'est ce qu'on observe, par exemple, auprès de Bex, en Suisse, où le calcaire marbre est superposé, en gisement transgressif, à un terrain de pétrosilex et de psammite grauwacke, et où il est recouvert, en gisement concordant, par le calcaire argileux qui renferme le gypse salifère.

Deuxième Formation. — TERRAIN DE CALCAIRE ARGILEUX.

La roche dominante de cette formation est le *calcaire argileux compacte*, connue en Allemagne sous le nom de *zechstein*, qui, dans les Alpes, recouvre souvent le calcaire marbre et se confond quelquefois avec lui. Il s'en distingue cependant par ses couleurs plus pâles et par la proportion considérable d'argile qu'il renferme. Nous rapportons à la même formation le *schiste marno-bitumineux*, et le *psammite calcaire*, connu en Allemagne sous le nom de *weiss liegende*. Ces trois terrains constituent, en Thuringe, en Franconie, en Hesse, une formation très-étendue qui a été décrite, ainsi que les terrains entre lesquels elle se trouve, avec des détails nombreux et instructifs, par M. Freiesleben, sous le nom de *kupferschiefergebirge* (terrains à schiste cuivreux), dénomination générale prise de la roche la moins considérable de tous ces terrains, mais de celle qui peut le mieux servir à les caractériser, et qui a, d'ailleurs, une importance très-grande, par les nombreuses exploitations auxquelles elle donne lieu.

Le PSAMMITE CALCAIRE (*weiss liegende*) constitue les couches inférieures, qui reposent immédiatement sur le grès rouge ancien, et un grand nombre de minéralogistes le regardent comme appartenant encore à la formation du grès rouge; mais on doit seulement le considérer, ainsi que nous l'avons déjà dit, comme formant le passage du grès rouge au calcaire. Il renferme, d'ailleurs, souvent les mêmes miné-

raux étrangers et les mêmes couches subordonnées que le schiste marno-bitumineux qui le recouvre ; les accidens qui dérangent les couches de calcaire compacte et de schiste marno-bitumineux, dérangent également toujours les couches de psammite calcaire, mais n'ont souvent aucune influence sur celles du grès rouge ; enfin les rapports paroissent beaucoup plus grands, entre le psammite et les terrains qui lui sont superposés, qu'entre lui et le terrain fondamental, ce qui a déterminé M. Freiesleben à le regarder comme le premier membre du terrain calcaire.

Le psammite calcaire est formé d'un mélange, tantôt chimique et tantôt mécanique, de chaux, d'argile et de sable, et il se présente, dans ses différentes parties, tantôt comme une marne ou une argile à grain fin, tantôt comme une roche agrégée à fragmens plus ou moins volumineux. Dans le premier cas, il renferme des lits tout-à-fait analogues au schiste marno-bitumineux ou au calcaire compacte ; quelquefois aussi de nombreuses boules de calcaire compacte sont pétries dans une pâte marneuse avec laquelle elles paroissent de formation simultanée ; quelquefois le tout est pénétré de quarz et forme des couches plus ou moins analogues au silex corné. Dans le second cas, la roche passe au grès rouge ancien, ou même à la grauwacke.

Le psammite calcaire renferme des paillettes de mica, des veinules de spath calcaire, de spath pesant, de gypse, des grains de bitume asphalte (*erdpech*). On y a indiqué quelques veinules de houille. Il contient souvent des minerais de cuivre pyriteux, sulfuré, carbonaté, aussi quelquefois des minerais de plomb et de zinc, de nickel, de bismuth, d'arsenic. On l'exploite, pour le cuivre qu'il renferme, sous le nom de *sand erze* (minerai sablonneux).

Les débris de corps organisés y sont rares : cependant, à Riegelsdorf en Hesse, on y a observé des *chamites*. La puissance du psammite calcaire varie de 1 à 20 mètres, dans les contrées du centre de l'Allemagne.

Le Schiste marno-bitumineux constitue, au-dessous du psammite calcaire, une couche de quelques décimètres seulement d'épaisseur, remarquable par sa couleur noire, sa structure feuilletée, la grande proportion de bitume qui la rend ordinairement combustible, les paillettes de mica qu'on y observe en abondance, et les minerais métalliques qu'elle contient souvent. Ce sont particulièrement des minerais de cuivre, qui lui ont fait aussi donner le nom de *schiste cuivreux*, et pour lesquels cette couche est exploitée dans un grand nombre de localités. On distingue trois variétés de ce schiste

qu'on désigne sous le nom de *commun*, *luisant* et *terreux*. Les mineurs distinguent aussi plusieurs variétés dans les différentes parties de l'épaisseur d'une même couche. Les feuillets supérieurs sont moins bitumineux, et au-dessus d'eux, une couche, souvent plus épaisse que la couche marno-bitumineuse, fait le passage du schiste cuivreux au calcaire compacte. On la désigne sous le nom de *dach flœtz* (couche du toit).

Les minerais de cuivre du schiste marno-bitumineux sont ordinairement disséminés, dans sa masse, d'une manière invisible ; quelquefois ils se montrent en grains cristallisés ou en veinules. C'est le plus souvent du cuivre pyriteux, quelquefois du cuivre sulfuré, rarement du cuivre natif, du cuivre gris, du cuivre carbonaté, du cuivre oxydulé, etc.

La richesse en métal du schiste exploité est, en général, de 2 à 4 pour cent ; quelquefois cette richesse monte à 15 ou 20 pour cent. Beaucoup de schistes contiennent moins de 2 pour cent et ne sont pas exploitables avec avantage. Le cuivre qu'ils fournissent est plus ou moins argentifère ; la richesse moyenne de ceux du pays de Mansfeld est de huit onces d'argent par quintal de cuivre.

Ces schistes renferment aussi beaucoup de pyrites ferrugineuses, et quelquefois des minerais de zinc, de plomb, de nickel, de cobalt, d'antimoine, de bismuth, d'arsenic, etc. Dans le Palatinat, ils renferment des minerais de mercure.

Aux mines d'Idria, en Carniole, on exploite des schistes marneux et bitumineux, pénétrés de minerai de mercure, que M. Héron de Villefosse regarde comme de formation analogue au schiste cuivreux du pays de Mansfeld ; mais à Idria, ces schistes sont beaucoup plus puissans, et ils paroissent former plusieurs couches mélangées avec un calcaire alpin analogue au *zechstein* (*V.* la planche 20 de l'Atlas de la Richesse minérale).

Le schiste marno-bitumineux contient quelquefois des veinules de spath calcaire et de gypse, et de petites géodes de quarz. On y observe de petits feuillets de houille et de la variété d'anthracite nommée par les Allemands *mineralische holz kohle* (charbon de bois minéral).

Le schiste marno-bitumineux du centre de l'Allemagne renferme une grande abondance de débris de corps organisés, particulièrement d'empreintes de *poissons*, qui sont depuis long-temps célèbres : ces empreintes paroissent appartenir les unes à des poissons d'eau douce, les autres à des animaux marins (*V.* POISSONS FOSSILES). L'empreinte est formée par une espèce de bitume souvent mélangé de pyrites cuivreuses

ou ferrugineuses, ou de cuivre sulfuré. Dans le Palatinat, le mercure sulfuré y tient la place des minerais de cuivre. Le même terrain renferme des débris de reptiles du genre *monitor*, qui ont été regardés pendant long-temps comme ayant appartenu à des quadrupèdes. On y connoît aussi un *trilobite* différent de ceux des terrains intermédiaires, des *pentacrinites*, des *gryphites*, des *térébratules*, des *tellines*; enfin, des empreintes peu caractérisées de plantes qui paroissent ne pas appartenir à des fougères, mais à des *lycopodes* ou à des *graminées*, et des épis qui ne sont également pas reconnoissables.

Le schiste marno-bitumineux, presque partout où on le connoît, se présente au-dessus du terrain de grès rouge ancien auquel il est superposé en gisement *enveloppant* (*mantel fœrmig*), mais, en général, non immédiatement, parce que le psammite calcaire (*weiss liegende*) forme une couche entre deux. Les couches de schiste marno-bitumineux sont tantôt assez fortement inclinées, tantôt presque horizontales, et se relevant seulement vers leur affleurement. Leur gisement est d'ailleurs *convexe* ou *concave*, suivant la forme du terrain de grès rouge qu'elles recouvrent, mais souvent le schiste cuivreux manque, et le grès rouge se montre à la surface du sol. Dans un petit nombre de localités, ce terrain forme deux ou trois couches, qui sont alors peu éloignées l'une de l'autre, et séparées par des couches de calcaire argileux compacte.

Le schiste marno-bitumineux n'a pas été observé dans les Alpes, aussi caractérisé que dans le pays de Mansfeld; on le regarde cependant comme caractéristique pour le calcaire alpin. M. de Humboldt l'a reconnu dans le calcaire secondaire ancien des montagnes des deux Amériques.

Dans quelques parties de l'Allemagne, on connoît, sous le nom de *brandschiefer*, un schiste inflammable, marneux et bitumineux, dont le gisement ne paroît pas toujours être le même que celui du *schiste marno-bitumineux* proprement dit.

Le Calcaire argileux compacte (*zechstein*) est le terrain principal de cette formation. Souvent les deux terrains précédens manquent, et celui-ci est seul, ainsi que cela a lieu dans la plus grande partie des chaînes calcaires des Alpes; mais partout où les premiers se présentent, le calcaire compacte les recouvre, en masses beaucoup plus considérables que celles qui sont formées par eux.

Ce calcaire contient depuis un seizième jusqu'à un quart de son poids d'alumine. Il est, en général, d'un gris jaunâtre ou brunâtre sale, passant à toutes les nuances de gris, très-souvent traversé de nombreuses dendrites; à cassure compacte, terne, mais souvent esquilleuse; assez dur et tenace.

Quelquefois il renferme du mica, et passe alors à la roche nommée *dach* par les mineurs du pays de Mansfeld, et qui elle-même forme le passage du *zechstein* au schiste marno-bitumineux. Le *zechstein* est quelquefois mélangé de spath calcaire, de gypse, de masses argileuses analogues à celles du grès bigarré, de petits cristaux de quarz et de paillettes de mica. Il contient souvent des minerais de fer argileux et des pyrites, rarement des minerais de cuivre et de plomb.

Dans les Alpes, le calcaire argileux qu'on croit analogue au *zechstein* de Thuringe, renferme des amas assez considérables de gypse et de sel gemme, ainsi que des couches subordonnées de psammite assez semblable à la *grauwacke*, de phyllade, de calcaire arénacé, de houille sèche, de *grès vert* ou psammite coloré en vert probablement par la chlorite, de grès blanc, de fer argileux lenticulaire, et des petits filons de minerais de plomb et de zinc. Il renferme, dans un mode de gisement qui n'est pas encore bien déterminé, mais qui paroît être un ensemble de couches ondulées, les gîtes de minerai de mercure d'Idria en Carniole; il renferme aussi des amas d'argile quelquefois très-considérables, qui semblent avoir rempli d'anciennes grottes.

Le calcaire argileux compacte renferme des pétrifications nombreuses dans certaines localités, et peu abondantes ailleurs: ce sont particulièrement des *ammonites*, des *nummulites*, des *térébratules*, des *gryphites*, des *trochites*, des *serpulites*. Les bancs de *grès vert* du calcaire des Alpes contiennent abondamment des *pectinites* et des *nummulites*, rarement des *huîtres*.

Ce calcaire est toujours distinctement stratifié; ses couches sont presque horizontales dans la Thuringe; elles sont souvent très-inclinées dans les Alpes: dans l'une et l'autre localité, elles présentent des contournemens remarquables. Quelquefois les escarpemens montrent une tendance à des formes prismatiques. Le calcaire argileux compacte paroît beaucoup plus rarement celluleux et caverneux, que les calcaires de la troisième formation.

La formation du calcaire argileux est souvent traversée par une grande quantité de fentes: souvent ce ne sont que de simples fissures qui se croisent dans plusieurs sens; quelquefois ce sont des fentes plus ou moins ouvertes, et vides. On en connoît beaucoup de ce genre dans les montagnes de la Suisse, et les montagnards consultent la direction et la température des courans d'air qui s'établissent dans ces fentes, pour prévoir le beau ou le mauvais temps; quelquefois, enfin, ce sont des fentes remplies, ou de véritables filons. En Hesse et en

Thuringe, on exploite des filons de cuivre et de cobalt qui se présentent, dans les couches supérieures au calcaire argileux comme de simples fissures, s'élargissent et deviennent productifs en traversant le calcaire argileux et le psammite calcaire, et pénètrent au-dessous dans le grès rouge ancien, ou même, à Bieber (pays de Hanau), dans un micaschiste, mais y redeviennent bientôt stériles, s'amincissent et finissent, comme ils ont commencé, par être des fissures presque imperceptibles.

Ces fentes de toute espèce occasionent aux couches de la formation, des sauts, des rejets, des changemens et des irrégularités nombreuses qu'on remarque surtout dans la couche de schiste marno-bitumineux exploitée pour les minerais qu'elle renferme. Plusieurs de ces irrégularités sont représentées, d'une manière intéressante pour le géognoste comme pour le mineur, sur la planche 23 du bel ouvrage de M. Héron de Villefosse sur la Richesse minérale.

Dans l'Amérique méridionale, et particulièrement dans la Cordilière de la côte de Vénézuela, M. de Humboldt a reconnu le calcaire argileux immédiatement superposé au terrain de micaschiste. Ce calcaire renferme des couches subordonnées de psammite calcaire, de schiste marno-bitumineux et d'argile salifère mêlée de sel gemme et de gypse. Au Pérou, le même terrain contient, dans le district de Pasco, des couches de fer oxydé terreux renfermant des minerais d'argent, et connues sous le nom de *pacos*. Dans le district de *Chota*, il renferme des couches de silex corné et de jaspe schistoïde ; il est traversé par des filons de minerai d'argent. Au Mexique, le calcaire alpin repose souvent sur le phyllade primordial, quelquefois sur le porphyre, ailleurs sur le phyllade intermédiaire. Dans les districts de Sombrerete, de Catorce, de Tasco, de Zimapan, de nombreux et riches filons de minerai d'argent courent dans ce terrain et pénètrent souvent dans le terrain inférieur.

La formation de calcaire argileux est très-généralement, quoique non universellement répandue ; elle se lie intimement à la formation précédente, ainsi qu'à la formation suivante dont elle est cependant séparée quelquefois par un terrain gypseux.

Troisième Formation. — TERRAIN DE CALCAIRE CAVERNEUX ET FÉTIDE.

Le calcaire de cette formation est bien plus varié que celui des précédentes. Il présente cependant presque toujours un des deux caractères énoncés dans le nom que nous lui don-

nons, c'est-à-dire une odeur fétide soit bitumineuse, soit hydro-sulfureuse, ou un tissu caverneux ou celluleux. Quand les cavités sont très-petites, elles rendent seulement la roche *rude* au toucher ; mais souvent ces cavités deviennent visibles à l'œil, elles affectent alors les formes les plus bizarres ; souvent elles sont plus grandes encore, et constituent les nombreuses cavernes qui paroissent plus particulièrement propres à cette formation, quoiqu'on en connoisse dans tous les terrains calcaires. Quelquefois les deux caractères se trouvent réunis; plus souvent ils sont indépendans l'un de l'autre ; mais quelquefois aussi ils manquent tous deux, et ce n'est alors que par analogie qu'on peut présumer que le calcaire se rapporte à la formation dont il s'agit.

Les couches inférieures de cette formation sont encore très-argileuses, et affectent aussi les teintes grises du calcaire de la formation précédente auquel elles passent par des nuances insensibles. Les couches supérieures, au contraire, sont plus pâles et plus pures ; elles perdent aussi le caractère de cellulosité que nous avons assigné à la formation ; elles passent au *terrain de calcaire coquiller* que nous étudierons dans le second groupe.

Toutes les variétés du calcaire de cette formation ne se présentent pas partout où la formation existe ; elles ne se présentent même jamais toutes dans la même contrée ; et on ne trouve, le plus souvent, dans chaque lieu, que celles des variétés qui ont le plus de rapport avec les terrains qui les précèdent et qui les suivent. Il en est presque toujours ainsi en géognosie, et on observe cette circonstance d'autant plus que l'on s'éloigne davantage des formations primordiales ; il semble alors que chaque formation prenne, dans chaque localité, certains caractères généraux propres à la localité, caractères qui font quelquefois entièrement disparoître ceux qui sont propres à la formation en général, et qui rendent très-difficile la détermination de cette formation. Ainsi, la masse principale des terrains calcaires du Jura se rapporte probablement à la formation que nous considérons maintenant ; mais elle y présente des caractères locaux très-différens de ceux des calcaires analogues des autres contrées, et de plus, elle y paroît avoir une connexion intime d'une part avec le *calcaire alpin* de la formation précédente, d'autre part avec le *calcaire coquillier* du groupe suivant, de telle sorte qu'on ne sait où tracer, dans le Jura, les lignes de séparation entre les trois formations.

Nous ajouterons donc seulement aux caractères généraux que nous venons de donner, pour toute la formation, ceux

de présenter toujours une stratification distincte, en couches quelquefois inclinées, souvent *arquées*, qui alternent avec des couches d'argile et de marne, et de renfermer fréquemment, comme terrains subordonnés, soit des bancs de minerai de fer hydraté, et peut-être de fer spathique, soit, mais particulièrement dans ses parties inférieures, une formation de gypse et de sel gemme, à laquelle les couches supérieures du calcaire fétide sont presque toujours superposées : enfin, quand elle est en contact avec les calcaires des deux formations précédentes, ou avec le grès bigarré, d'être toujours au-dessus des premiers terrains, et au-dessous du dernier.

Nous passerons maintenant rapidement en revue les différentes variétés de terrains que nous rapportons à cette formation, en commençant par celles qui se présentent dans le pays de Mansfeld, et dans les contrées voisines, et qui ont été bien décrites dans l'intéressant ouvrage de M. Freiesleben, sur le *terrain à schiste cuivreux*.

Le Calcaire marneux caverneux, nommé *Rauchwacke* ou wake enfumée dans le pays de Mansfeld, est d'un gris brunâtre sale, et rempli de petites cavernes ou cellulosités, de formes bizarres, qui font prendre à cette roche les aspects les plus singuliers et les plus différens. Il est assez dur, à cassure esquilleuse, rude au toucher. Il contient une assez grande proportion d'alumine et de silice, et peu de bitume. Il renferme peu de débris de corps organisés : ces débris sont des *gryphites* et des *chamites*. Il contient souvent de la chaux carbonatée nacrée, quelquefois du quarz, des pyrites et des rognons aplatis de fer hydraté et d'ocre jaune.

Le calcaire marneux caverneux est distinctement stratifié, en couches quelquefois assez épaisses. Dans certaines couches, il paroît prendre une structure, en petit, analogue à celle de l'oolithe. Il repose immédiatement sur le calcaire argileux compacte (*zechstein*), et les deux roches passent fréquemment l'une à l'autre. Les cellules ou petites cavernes que ce calcaire contient, communiquent souvent ensemble, en assez grand nombre. Elles sont souvent remplies de gaz acide carbonique, quelquefois de calcaire marneux pulvérulent. Leur disposition et l'irrégularité de structure de tout le terrain de *rauchwacke* portent à croire que de grands dégagemens de gaz ont eu lieu pendant son dépôt, ou peu de temps après.

La *rauchwacke* contient même quelquefois des cavernes assez considérables ; et on est tenté de la regarder comme représentant en petit, dans les formations resserrées

du centre de l'Allemagne, tous les calcaires caverneux dont nous allons parler tout à l'heure; mais il est à remarquer que ceux-ci sont toujours au-dessus des gypses anciens, tandis que la *rauchwacke*, intimement liée au *zechstein*, est presque toujours au dessous de ce même gypse, et quelquefois seulement mélangée avec lui.

Le CALCAIRE MARNEUX ET PULVÉRULENT, nommé *asche* (cendre), dans le pays de Mansfeld, est brun ou d'un gris brunâtre, et composé de molécules qui paroissent n'adhérer entre elles que par l'humidité qu'elles contiennent; car aussitôt qu'il est exposé à l'air, il se résout en une véritable poussière. Il forme, au-dessus de la *rauchwacke*, des couches qui ont souvent plusieurs toises de puissance, et qui renferment dans leur intérieur des rognons nombreux de *rauchwacke*, et de toutes les nuances intermédiaires entre les deux substances. Il renferme aussi des rognons de calcaire fétide et de gypse, et il alterne quelquefois avec ces deux dernières roches. La texture constamment pulvérulente de ce terrain est une circonstance remarquable. Il paroît formé par un mélange à peu près égal de calcaire et d'alumine, mêlé de silice et de bitume. Il passe au calcaire fétide, et à l'argile bitumineuse, comme au calcaire caverneux. Il renferme quelquefois du spath calcaire, du gypse, du sable quarzeux, de l'argile, de l'ocre, mais particulièrement et avec abondance, de la chaux carbonatée nacrée, nommée, en allemand, *schaum-kalk*, *schaum-erde*, *schaum-spath*, *schaum-schiefer*, selon son mode de texture. On n'a pas encore reconnu de débris de corps organisés dans le calcaire marneux pulvérulent.

Cette roche ne paroît pas s'être présentée dans un grand nombre de localités; au moins, on ne l'a indiquée jusqu'ici que dans la série des formations secondaires anciennes du centre de l'Allemagne, écrite par M. Freiesleben; mais il nous paroît bien probable qu'on la retrouvera ailleurs, dans les formations analogues, lorsque les géologues donneront plus d'attention, qu'ils n'ont fait jusqu'ici, aux terrains formés de roches ébouleuses ou pulvérulentes.

Le CALCAIRE FÉTIDE (*stinkstein*) constitue la masse principale de la formation, dans les localités où il se trouve avec les variétés précédentes. Tantôt il se présente en couches solides, tantôt mélangé avec l'argile, tantôt mélangé avec le gypse. Dans le premier cas, il est d'un brun noirâtre passant au jaune, par l'altération; sa texture est feuilletée, mais sa structure, considérée plus en grand, est contournée et repliée irrégulièrement en zigzag, d'une manière im-

possible à décrire, ce qui ne s'aperçoit que dans l'intérieur des excavations souterraines, parce que, dans les escarpemens au jour, la roche s'altère et perd tous ses caractères, avec la plus grande facilité. Quelquefois le calcaire fétide prend une apparence de structure oolithique.

Mélangé avec l'argile, le calcaire fétide constitue une grande quantité de petites masses anguleuses ou aplaties, disséminées irrégulièrement dans une couche d'argile bitumineuse, qui est ordinairement située au-dessous des couches de calcaire fétide pur. Quand le nombre des masses calcaires diminue, la couche argileuse passe au calcaire marneux pulvérulent (*asche*). Quelquefois, au contraire, le calcaire fétide domine; le tout semble alors se fondre ensemble, et passer au calcaire caverneux (*rauchwacke*). Quelquefois des lits d'argile feuilletée pure sont subordonnés au calcaire fétide.

Quelquefois ce calcaire est mélangé de bitume en assez grande quantité. En Bavière, près du lac de Tegern et ailleurs, le bitume, au lieu de se mélanger avec le calcaire, s'en sépare et coule assez abondamment, ou se présente en masses volumineuses d'asphalte, tandis que la roche calcaire est blanche et pure. Sur les bords du Rhône, aux environs de la perte de ce fleuve, des couches d'argile et de sable imprégné d'asphalte, sont subordonnées à un terrain calcaire, de formation analogue au *stinckstein*. Elles sont exploitées à Surjoux, département de l'Ain; il en est probablement de même pour le gîte d'asphalte exploité à Losbann près Wissembourg (département du Bas-Rhin). Dans beaucoup de parties de la Bourgogne, un schiste, assez bitumineux pour s'enflammer quand il est en contact avec des charbons ardens, et pour brûler, avec 32 pour cent de perte, se rencontre en couches qui alternent avec les couches supérieures du *calcaire à gryphites*, dit *pierre bise* dans le pays. Le schiste inflammable ou *brandschiefer* de Seefeld en Bavière, indiqué comme supérieur au calcaire alpin, mais inférieur au calcaire fétide, est encore de la même formation. Il renferme des empreintes de poissons.

Le calcaire fétide se trouve aussi, dans le pays de Mansfeld, mélangé de toute manière avec le gypse ancien qu'on y regarde comme étant subordonné à cette formation calcaire. Il recouvre toujours les deux terrains précédens. Au pied du Hartz, il recouvre constamment aussi le terrain de gypse ancien. Il est souvent recouvert par le grès bigarré, ou par le gypse subordonné au grès bigarré. Une couche d'argile feuil-

psammite quarzeux et de grès, qui doit être considéré comme de formation intermédiaire. Dans quelques parties au pied du *Thüringerwald*, *le calcaire ferrugineux* recouvre immédiatement le terrain primordial; ce gisement est attribué, par M. Heim, à la destruction, postérieure à la formation du calcaire, des terrains intermédiaires qui séparoient les deux terrains extrêmes; il est résulté de cette destruction, une rupture et un changement de position du terrain calcaire, dont les couches paroissent souvent, en effet, bouleversées et formées de fragmens anguleux ou arrondis, à peine réunis. Ce terrain renferme une grande quantité de veinules et de nids de spath calcaire, ou même il est devenu, dans certaines localités, entièrement spathique, et formé en partie de fer carbonaté. Ailleurs, et particulièrement dans ses couches inférieures, il passe entièrement au fer hydraté qui constitue alors des bancs subordonnés dans le calcaire.

Beaucoup de gîtes semblables de minerai de fer sont exploités dans ce terrain (ces gîtes renferment souvent des cavernes considérables). Il contient des couches très-siliceuses, d'autres, très-ferrugineuses, d'autres analogues au calcaire marneux caverneux (*rauchwacke*); et il paroît, dit M. Freiesleben, que les trois terrains de *stinkstein*, *rauchwacke* et *zechstein*, se trouvent réunis et comme fondus dans cette formation.

Le Fer spathique, qui constitue seul des masses considérables ou même des rameaux entiers de montagnes, comme auprès d'Eisenerz en Styrie, paroît, selon les indications données par plusieurs géologues, devoir être rapporté à la même formation. Peut-être doit-on y rapporter également les gîtes volumineux de minerai de fer, connus dans le pays de Schmalkalde, et autres localités situées au pied du Thüringerwald, que M. Heim considère comme formant, autour du terrain primordial de cette contrée, une espèce d'anneau qui le sépare des terrains secondaires plus modernes; mais d'autres minéralogistes regardent la plupart de ces gîtes, entre autres ceux de Schmalkalde, comme de puissans filons ou des *amas transversaux*. (*V*. Gîte de minerais.)

Le Calcaire a lumachelles de la Carinthie, et celui de la Bourgogne, paroissent appartenir aux derniers membres de la formation du calcaire à gryphites.

Nous réunirons aux terrains précédens, c'est-à-dire, à l'ensemble des formations de calcaire alpin, une grande partie des Calcaires calaminaires, mais seulement une partie, parce qu'il semble qu'on doive admettre comme formant peut-être une *série* particulière, les terrains calcaires

qui contiennent des amas ou de petites couches de calamine, de plomb sulfuré et carbonaté, et de fer argileux, série à laquelle doivent probablement être rapportés les calcaires plombifères et calaminaires de la Belgique, série qui commenceroit dans la classe intermédiaire, et qui se prolongeroit dans la classe secondaire, peut-être même au-delà du premier groupe. Quoi qu'il en soit, c'est dans ce premier groupe que les terrains de la série paroissent les plus abondans; mais plusieurs de ces terrains doivent probablement être rapportés aux deux premières formations calcaires.

Dans un assez grand nombre de pays, un calcaire analogue au calcaire alpin alterne avec un calcaire ferrugineux, avec des couches d'argile et de marne, et souvent avec un psammite micacé verdâtre. Le tout renferme des couches et des amas de fer argileux, de minerai de plomb de diverses espèces, et de zinc oxydé. Ce terrain paroît avoir une étendue considérable dans la Haute-Silésie et dans la Pologne; les mines de Tarnowitz, d'Olkusch, etc., y sont exploitées. On doit probablement y rapporter le terrain de Bleyberg en Carinthie, qui est situé au-dessus du grès rouge, mais qui paroît plus ancien que le *calcaire lumachelle*; celui de Combecave (département du Lot) qui, dans les mêmes relations de gisement, renferme les mêmes substances, etc. A Combecave, le calcaire calaminaire renferme une grande proportion de magnésie.

Ce dernier fait contribuera à nous faire placer ici le Calcaire magnésien des minéralogistes anglais, calcaire d'un jaune foncé, formé d'une agrégation de petits cristaux microscopiques, et qui paroît être, à plusieurs égards, d'une nature particulière. Mais ce rapprochement est d'ailleurs fondé sur la position géologique du calcaire magnésien qui recouvre les terrains houillers du Northumberland, et qui est recouvert par le *grès rouge nouveau* ou *grès bigarré*. On indique, dans le calcaire magnésien, une grande quantité de débris de corps organisés, entre autres, des empreintes de poissons assez analogues au genre *chétodon*, des *encrinites*, des *donax*, des *alcyonies*, des *arches*, des *anomies*, des coquilles assez semblables à des *moules*, et une production marine réticulée, analogue au genre *flustra*.

Nous indiquerons également ici, d'après M. Freiesleben,

Le Calcaire salifère (*salzstock-kalkstein*) du sud de l'Allemagne, lequel renferme, dit-on, une grande quantité de fossiles, parmi lesquels on cite: des *trochites*, des *pectinites*, des *gryphites*, des *ammonites*, des *orthocératites*, des *bélemnites*, et une foule d'autres genres différens, qui semblent apparte-

nir à des terrains de plusieurs ordres d'ancienneté. Ce calcaire est de couleur pâle, et lamelleux ; il contient souvent un mélange notable de parties siliceuses, et des couches subordonnées de silex corné ou de jaspe schistoïde. On a indiqué ce terrain calcaire comme renfermant les amas de sel gemme exploités en Bavière et en Tyrol ; mais cette indication paroît peu certaine. Des observations récentes portent à croire que les amas de sel, de gypse et d'argile, sont situés sur le calcaire, mais ne sont pas recouverts par lui.

Les CALCAIRES ARGILEUX qui constituent le sol du Bas-Boulonnais, en alternant avec le *grès spathique* et avec des couches d'argile, nous semblent encore devoir être rapportés au calcaire secondaire ancien. Ils renferment beaucoup de fossiles marins, entre autres de *ammonites*, des *huîtres*, des *térébratules*, des *trigonies*, etc. On y observe aussi quelques empreintes de plantes.

Enfin nous placerons ici, mais avec incertitude, le CALCAIRE DU JURA, c'est-à-dire, le terrain qui forme la masse principale des montagnes du Jura, terrain qui paroît faire suite aux terrains calcaires de Souabe et de Franconie. Nous avons déjà indiqué les doutes qui règnent, au sujet de cette classification, dans l'esprit des géologues. Il paroît qu'il existe, dans le Jura, au moins trois formations calcaires ; mais on les a confondues souvent ensemble, parce qu'elles ne sont séparées par aucun autre terrain de nature différente, et parce qu'elles semblent passer l'une à l'autre d'une manière insensible. Le calcaire inférieur contient beaucoup de *gryphites*, et d'autres débris de corps organisés, qui lui donnent une texture sublamellaire. Il repose, tantôt immédiatement sur le terrain primordial, tantôt sur le gypse secondaire ancien ; il est bien analogue à notre *troisième formation* du calcaire alpin ; il semble constituer le terrain calcaire inférieur de la Bourgogne. Dans ce dernier pays, ses couches supérieures prennent la structure oolithique, et ont été décrites par M. Leschevin, sous le nom de *calcaire noduleux*. Ces couches sont peu épaisses, et il est à remarquer qu'on en rencontre déjà quelquefois dans les parties inférieures du *calcaire à gryphites*.

Mais, dans le Jura, au-dessus du calcaire ancien, se présentent des masses très puissantes de calcaire, d'un jaune grisâtre assez clair, contenant peu de fossiles, mais des couches nombreuses d'OOLITHES, blanches ou jaunâtres, de toute dimension. Ce calcaire alterne, ainsi que le premier, avec des couches de marne et d'argile schisteuse ; il renferme des couches et des amas de minerais de fer en grain ; il ne

paroît avoir d'analogue bien prononcé dans aucun des terrains calcaires que nous avons cités en Allemagne ; cependant nous avons vu des apparences d'oolithes dans le *calcaire rude* du *Thüringerwald* ; nous savons d'ailleurs qu'il existe des bancs d'oolithe dans le grès bigarré, lequel recouvre tous nos calcaires secondaires anciens. Nous croyons donc pouvoir placer aussi le second calcaire du Jura, à la fin des formations calcaires anciennes, jusqu'à ce que la connoissance, plus approfondie, des fossiles, ait permis de déterminer exactement les relations d'ancienneté de ces divers terrains.

Les terrains calcaires du Jura se présentent souvent en *couches arquées* ou *contournées* en grand, de telle sorte que les mêmes couches qui, sur le flanc d'une montagne, pendent comme cette montagne, se courbent, dans le fond de la vallée, et se relèvent sur le flanc de la montagne opposée. Ces ondulations ont quelquefois lieu, à plusieurs reprises, avec une sorte de régularité, de sorte que plusieurs petites chaînes, parallèles entre elles, semblent formées par les mêmes couches. Mais ailleurs, elles présentent des accidens singuliers, et un mélange d'*allures* inexplicable, dans les couches d'une même montagne ; on peut en voir des exemples cités par M. Lemaistre, dans le n.° 106 du Journal des Mines. Les crêtes de ces montagnes sont souvent des plateaux horizontaux, et elles offrent, sur leurs pentes, un grand nombre d'escarpemens verticaux.

Nous avons donné, pour caractère géognostique général, aux formations calcaires de notre premier groupe, d'être plus anciennes que le second grès rouge ou le *grès bigarré*. Le dernier membre de la série calcaire, dans ce groupe, sera donc le Calcaire subordonné au grès bigarré. Il est très-remarquable que ce calcaire est presque entièrement formé d'Oolithes, que nous trouvons par conséquent ici, à peu près à la même époque géognostique que les oolithes du Jura. Il existe cependant de grandes différences entre les unes et les autres ; celles du grès bigarré sont d'un gris brunâtre ou rougeâtre ; la surface des grains d'oolithe est presque toujours rude, et comme chagrinée. Souvent ces grains ont l'apparence de débris de corps organisés, qui paroissent voisins des *échinites*, ou qui sont entièrement indéterminables. Ils sont de grosseur très-diverse, depuis celle d'un gros pois jusqu'à une petitesse invisible. Dans ce dernier cas, ils se fondent quelquefois tout-à-fait dans la pâte d'une roche brune, d'apparence homogène, assez dure, qui contient autant d'argile et de silice que de parties calcaires, et qui a été décrite par M. Freiesleben, sous le nom de *hornmergel* (marne cornée). Souvent les grains ne renferment pas de

sable dans leur centre, mais toute leur masse est homogène, et analogue à celle de la pâte qui les enveloppe. Quelquefois ces grains sont pénétrés de fer spathique ou de fer hydraté, substances qui s'y rencontrent aussi en géodes. Quelquefois l'oolithe compacte, ou le *hornmergel*, paroît passer entièrement au fer spathique. On observe aussi des passages nombreux de l'oolithe, au grès calcaire, à la marne, au calcaire compacte, même au silex corné. L'oolithe renferme souvent les rognons argileux (*thongalle*), qui sont propres à toute la formation du grès bigarré. On n'y connoît pas de fossiles, mais de nombreuses dendrites et des infiltrations *ruiniformes*.

L'oolithe forme, dans le *grès bigarré*, des couches de un à quatre décimètres de puissance, qui alternent avec les couches de psammite, d'argile et de grès.

Nous devons encore citer ici les terrains de POUDINGUE POLYGÉNIQUE ET CALCAIRE, connus sous le nom de *nagelflue*, qui forment, en Suisse, des chaînes de montagnes considérables, en alternant avec d'autres terrains de transport, assez analogues aux terrains de grès bigarré ; mais on regarde généralement tout cet ensemble comme de formation beaucoup plus moderne, et comme devant être rapporté à la classe des terrains d'alluvion.

Le troisième calcaire du Jura, très-pâle, très-coquillier, nous paroît devoir être rapporté au *calcaire coquillier* des Allemands : nous répéterons seulement qu'il paroît exister un passage insensible du second au troisième calcaire. L'incertitude que ce passage peut faire naître, relativement à la détermination du second, est augmentée par l'observation de ce qui existe en Angleterre, où la *formation oolithique* se trouve au-dessus d'un calcaire coquillier compacte, bleu ou blanchâtre, nommé *lias*, renfermant des *ammonites*, des *bélemnites*, des *pentacrinites*, etc., lequel est lui-même *au-dessus du second grès rouge*. Le tout paroîtroit donc plus nouveau que notre premier groupe. Aussi plusieurs géologues rangent le *lias*, comme *calcaire coquillier*, dans le groupe suivant. Mais le terrain d'oolithe, situé au-dessus du *lias*, renferme des *gryphites* dans ses couches inférieures; et tout cet ensemble a beaucoup de rapports avec celui qui est formé par les deux plus anciens calcaires du Jura. D'autres minéralogistes pensent même que le *lias* doit être rapporté au calcaire alpin, proprement dit, c'est-à-dire, à la deuxième formation de notre série calcaire, dans le premier groupe des terrains secondaires.

On voit quelle incertitude, quelle confusion, règnent encore parmi les géologues, relativement à la classification des

calcaires secondaires inférieurs. Ce n'est qu'en comparant avec soin, et coordonnant entre elles un grand nombre d'observations exactes, sur les rapports de gisement des calcaires de différentes contrées avec d'autres terrains, et en étudiant avec un soin égal les fossiles qu'ils renferment, qu'on pourra peut-être parvenir à se former des idées nettes, sur le nombre et sur la place géognostique des différentes formations auxquelles ils appartiennent.

Nous avons dit que MM. d'Engelhardt et de Raumer regardoient tous les calcaires secondaires anciens comme constituant une seule formation, subordonnée elle-même à leur grande formation du *grès rouge*. A l'appui de cette opinion, ils comparent, dans plusieurs localités, l'étendue de ces terrains calcaires avec celle des terrains de grès rouge, entre lesquels ils sont situés, et trouvent la première infiniment moins considérable que la seconde. Mais il pourroit paroître difficile de tirer une conclusion semblable de l'examen des terrains calcaires des Alpes, du Jura, de Bavière, de Souabe, de Franconie, etc.

SÉRIES GYPSEUSE ET SALINE.

Les terrains de ces deux séries sont encore ici presque constamment réunis, c'est-à-dire, que le sel est presque toujours accompagné de gypse; mais le gypse n'est pas aussi constamment accompagné de sel.

L'un et l'autre se présentent quelquefois en couches régulières, mais plus souvent en amas qu'on a reconnus, soit dans le calcaire alpin, soit au-dessus du calcaire alpin, soit dans le grès bigarré, et qui constituent ainsi une espèce de formation non interrompue, laquelle commence dans les terrains intermédiaires et se continue à travers presque toutes les formations du groupe des terrains secondaires anciens, mais qui est particulièrement associée aux formations calcaires et argileuses; car on n'a reconnu encore ni gypse, ni sel gemme, dans les terrains houillers, dans le grès rouge ancien, ni dans les terrains trappéens ou feldspathiques.

Nous subdiviserons cependant, pour faciliter notre examen, la formation générale des terrains de gypse et de sel en trois formations particulières, correspondant aux trois modes de gisement que nous venons d'indiquer.

Dans ces différens gisemens, le gypse constitue ordinairement des collines arrondies, couvertes de terre, et présentant seulement quelques rochers saillans, à angles toujours très-émoussés.

On n'a point reconnu de fossiles marins dans les terrains

gypseux. Cette absence constante s'explique par les expériences de M. Beudant, qui ont fait voir que les animaux marins périssoient dans les eaux saturées de sulfate de chaux.

Nous verrons, au contraire, qu'on a trouvé des fossiles, plus ou moins abondans, dans la formation de cette série où le sel est prédominant.

Première Formation. — GYPSE ET SEL DU CALCAIRE ALPIN.

Aux environs de Bex, en Suisse, le gypse forme des amas considérables dans le calcaire argileux compacte, lequel recouvre le calcaire marbre qui est superposé, en *gisement transgressif*, à des terrains feldspathiques intermédiaires. Ce mode de gisement nous a empêché de rapporter, à la classe intermédiaire, le terrain gypseux de Bex, lequel présente cependant beaucoup de caractères qui lui sont communs avec les terrains analogues de la Tarentaise. La roche gypseuse est souvent anhydre. M. de Charpentier pense même que tout le gypse a été déposé à cet état, et que ce n'est qu'au moyen de l'absorption postérieure de l'eau, qu'il est passé, en partie, à l'état de chaux sulfatée ordinaire. Le gypse de Bex contient de petites masses talqueuses, ou des fragmens calcaires, analogues à ceux du gypse intermédiaire. Il est mélangé de calcaire fétide, de sel gemme, d'argile salifère et et de soufre. Le tout forme des amas nombreux dans le calcaire argileux compacte. De l'un de ces amas sortent les sources salées de Bex. Ce calcaire argileux renferme aussi des filons, peu puissans, de plomb et de zinc. Il est recouvert par un calcaire arénacé et un psammite micacé, assez semblables aux roches intermédiaires de la Tarentaise, et qui contiennent de la houille sèche et des minerais de fer. Tout cet ensemble de caractères semble montrer ici une espèce de confusion, entre les terrains intermédiaires et ceux qui nous occupent maintenant; mais le mode de gisement ne permet pas de les réunir.

M. Ebel pense que le gypse salifère de Bex fait partie d'une grande formation de même nature, qui se présente, d'une manière presque continue, le long de la troisième chaîne calcaire des Alpes, formation qu'il regarde comme composée de gypse, d'argile salifère et de sel gemme, constituant, dans le calcaire alpin, des couches dirigées du sud-ouest au nord-est, et recouvertes immédiatement par des couches de phyllade micacé et de psammite, analogues à celles des terrains de grauwacke, lesquelles sont encore recouvertes par des terrains puissans de calcaire alpin. Une particularité remarquable de cette formation, qui se pro-

longe à travers toute la Suisse et dans le midi de l'Allemagne, est la présence constante du soufre, qui se montre partout en veinules dans le gypse, et celle des sources sulfureuses qui jaillisent, en grand nombre, sur la ligne de direction du terrain gypseux. Il est très-remarquable aussi que les tremblemens de terre sont extrêmement fréquens sur toute cette ligne.

M. Ebel croit que les gîtes de sel gemme et d'argile salifère exploités en Bavière, dans le Salzbourg et en Tyrol, sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure, sont le prolongement du même terrain, excepté ceux des environs de Hall, en Tyrol et en Styrie, et quelques autres voisins de ceux-ci, qui paroissent sur le prolongemement de la seconde chaîne calcaire et non de la troisième, et sembleroient indiquer que cette seconde chaîne renferme une formation analogue ; mais il paroît plus probable que ce sont seulement les gîtes des environs de Hall, qui sont dans le calcaire alpin, comme le gîte de Bex, et que ceux de Salzbourg et de Bavière sont superposés à ce calcaire.

Dans le pays de Mansfeld, et dans tout le centre de l'Allemagne, le terrain de gypse, connu sous le nom de *gypse ancien*, est également subordonné au calcaire alpin, mais particulièrement à celui de notre troisième formation, lequel constitue la *subdivision supérieure* du *calcaire secondaire ancien* de M. Freiesleben. Le gypse y est en effet toujours au-dessus du calcaire argileux compacte ou *zechstein;* il constitue des masses, de forme irrégulière, souvent très-volumineuses, mélangées de toute manière avec le calcaire pulvérulent (*asche*), et surtout avec le calcaire fétide (*stinkstein*), par lequel il est souvent aussi recouvert. Le gypse est quelquefois d'un beau blanc, souvent plus ou moins gris. Il présente les variétés grenue, compacte, lamellaire, rayonnée, fibreuse, pulvérulente, etc.; il renferme souvent de l'anhydrite; il ne contient d'ailleurs, en minéraux étrangers, outre le calcaire fétide, que du calcaire nacré. On n'y connoît pas de débris d'animaux, mais on y a rencontré quelques fragmens de *bois résineux*, parfaitement conservés.

Ce gypse ne présente pas d'indice de véritable stratification : rarement même on y remarque des fissures irrégulières. Il renferme des cavernes nombreuses et considérables, connues sous le nom de *kalkschlotten*, qui communiquent les unes avec les autres, en rangées disposées suivant la direction générale des terrains auxquels le gypse est subordonné, rangées qui ont souvent plusieurs lieues de longueur. Ces

cavernes portent l'empreinte d'un agrandissement successif, par la dissolution de leurs parois ; elles sont remplies d'eau jusqu'à une certaine hauteur, constante dans une étendue de pays considérable, et communiquent, à la surface du sol, avec des lacs dans lesquels les eaux sont au même niveau. Dans le pays de Mansfeld, elles servent à écouler les eaux des exploitations de schiste cuivreux. Souvent l'air de ces cavernes est trop vicié, par les exhalaisons qui se dégagent du calcaire fétide mélangé avec le gypse, pour pouvoir servir à la respiration.

Dans le voisinage des cavernes, les masses gypseuses sont souvent traversées par un grand nombre de fentes, ou même elles sont entièrement éboulées, et formées de monceaux incohérens de gypse et de calcaire fétide, dont les interstices sont remplis de calcaire marneux, pulvérulent, ou d'argile sableuse. La surface du sol présente aussi de nombreux enfoncemens, perpendiculaires ou en forme d'entonnoirs, mais de toute dimension, depuis quelques mètres de diamètre et de profondeur, jusqu'à une grandeur assez considérable pour former des espèces de vallées, ou des bassins qui se remplissent d'eau, et constituent des étangs, même des lacs de plusieurs lieues de tour. Les grands lacs des pays de montagnes calcaires du sud de l'Allemagne, paroissent analogues aux petits lacs et aux bassins du pays de Mansfeld.

Le gypse ancien du pays de Mansfeld ne contient pas sensiblement de sel gemme ; du moins n'en a-t-on pas encore reconnu; mais il en sort plusieurs sources légèrement salées, quelques-unes même sont assez fortes pour être exploitées avec avantage. M. Freiesleben croit que la source de Dürrenberg, en Saxe, sort de ce gypse ancien ; mais d'autres personnes pensent qu'elle sort du gypse du grès bigarré. Enfin, on pense généralement que la formation des cavernes de gypse ancien est due, ainsi que tous les éboulemens et enfoncemens qui en ont été la suite, à la dissolution des masses salines qui étoient contenues dans ce gypse. Dans ce cas, il est fort remarquable qu'on n'y reconnoisse plus du tout de sel gemme aujourd'hui, tandis qu'il en existe, en si grande abondance, dans d'autres terrains qu'on regarde comme étant de formation analogue. Cette différence nous paroît assez grande pour que ceux-ci soient présentés à part. Ils constituent notre seconde formation, que nous regardons bien cependant comme intimement liée à la première.

Deuxième formation. — TERRAIN DE SEL ET DE GYPSE SITUÉ AU-DESSUS DU CALCAIRE ALPIN.

Ainsi que le titre l'indique, cette formation diffère de la précédente en ce qu'elle n'est pas *subordonnée*, mais bien *superposée* au calcaire alpin. Elle paroît en différer aussi, en ce qu'ici c'est le sel gemme et l'argile salifère qui sont les substances dominantes. Ces deux substances constituent cependant plutôt de grands amas que des couches régulières; mais l'intérieur de ces amas est souvent formé de lits alternatifs de sel gemme, d'argile salifère, et de gypse. Le sel gemme renferme des masses anguleuses d'argile schisteuse; l'argile salifère renferme des lits, des veinules et des rognons de sel gemme, ainsi que des rognons de gypse, quelquefois de plusieurs mètres de diamètre.

Tels sont les gîtes de sel exploités en Bavière et en Tyrol, que M. Ebel regarde comme subordonnés au calcaire alpin, mais que les observations les plus récentes indiquent comme superposés à ce calcaire, et comme recouverts par des terrains plus modernes, soit de grès bigarré, soit de *nagelflue*, soit de débris amoncelés du terrain de calcaire alpin.

Tels sont aussi les nombreux gîtes de sel gemme, exploités au pied de la chaîne des monts Karpathes, tant au midi de cette chaîne, en Hongrie et en Transylvanie, qu'au nord, en Galicie, où sont situées les célèbres mines de Wielickzka et de Bochnia. Tous ces gîtes paroissent superposés au calcaire alpin, et recouverts par le grès bigarré. Tous paroissent, de même que ceux du midi de l'Allemagne, déposés dans des bassins ou des espèces d'anciens golfes formés par les montagnes de calcaire alpin.

A Wielickzka, la masse d'argile salifère a plus de trois cents mètres de puissance connue; elle renferme de nombreux amas de sel gemme que l'on partage, pour l'exploitation, en trois étages distincts, en observant que le sel est d'autant plus pur, que les amas sont plus profonds. Le gîte de Wielickzka, célèbre par la grandeur des travaux d'exploitation qu'on y exécute, a, en outre, un intérêt particulier pour le géologue, parce qu'il renferme de nombreux débris de corps organisés; débris qui sont en général très-rares dans cette formation. Ce sont des *bois*, plus ou moins bituminisés, qu'on observe, en grande abondance, dans le sel gemme, ainsi que des *feuilles* et des *fruits* indéterminables, des *ammonites* ou des *madrépores* qui s'y trouvent plus rarement, enfin des coquilles marines nombreuses, que contient l'argile salifère. Parmi ces coquilles, les unes parois-

sent appartenir au genre *telline*, les autres sont de petites coquilles presque microscopiques, univalves, chambrées, et qui semblent se rapporter aux genres *rotalite*, *rénulite*, *discorbite*, etc. Les bois bituminisés et le sel gemme qui les enveloppe, exhalent une odeur nauséabonde très-forte, odeur qui, d'après l'observation de M. Beudant, est analogue à celle que répandent, pendant leur putréfaction, les aplysies, les holothuries, les méduses et autres animaux marins mous, et qui est peut-être due à une cause analogue. Les bancs ou amas, formés par le gypse dans ce terrain, sont peu considérables. L'anhydrite y constitue des rognons ou des veinules contournées, dont les échantillons sont connus sous le nom de *pierre de tripe*.

Troisième formation. — GYPSE ET SEL DU GRÈS BIGARRÉ.

Cette formation paroît souvent être intimement liée à la précédente ; quelquefois même elle repose immédiatement sur la première, sans qu'il y ait de couches calcaires entre les deux gypses, qui sont alors difficiles à distinguer l'un de l'autre ; mais quelquefois aussi la distinction est facile : M. Schultze a reconnu, près de Czernitz, en haute Silésie, le second gypse superposé au premier, en gisement tout-à-fait *transgressif*.

Les variétés de gypse, grenue, radiée, fibreuse, pulvérulente, même cristallisée, composent les roches de ce terrain, qu'on désigne cependant souvent, d'une manière générale, sous le nom de *gypse fibreux*, parce que cette variété y est plus abondante que dans la formation ancienne. Le tout est subordonné aux terrains d'argile et de psammite, qui composent la formation du *grès bigarré*. Dans l'argile, le gypse forme des amas irréguliers, qui n'ont ensemble aucune liaison; dans le psammite, ces amas se suivent assez régulièrement, et constituent presque des couches. Une substance verdâtre, qui paroît analogue à la chlorite ou à une amphibole terreuse, se présente fréquemment et abondamment, mêlée au gypse de cette formation, comme le calcaire fétide au gypse ancien. On y observe aussi de la chaux carbonatée, et de petits cristaux de quarz. On y rencontre quelquefois du sel gemme ; mais souvent aussi cette formation semble n'en pas renfermer. Enfin, on y a reconnu du soufre natif, dans quelques localités. On n'y connoît point de débris de corps organisés bien constatés.

Ce gypse présente quelquefois une véritable stratification ; souvent, il est traversé par des fentes et des fissures nombreuses. On n'y connoît pas de cavernes comme dans le gypse ancien, et les enfoncemens qu'on remarque quelque-

fois à la surface du terrain, paroissent dus aux éboulemens des cavernes du gypse inférieur.

La plus grande partie des sources salées, particulièrement de celles qui sont exploitées dans le nord de l'Allemagne, paroissent sortir du terrain de grès bigarré. On est donc étonné de ne pas voir le gypse subordonné à ce grès, plus souvent uni à du sel gemme. Mais en considérant que la plupart des grands dépôts connus de sel gemme paroissent situés au-dessus du calcaire alpin, qu'ils sont toujours unis à des masses considérables d'argile, et que l'argile entre aussi en proportion considérable dans la formation du terrain de *grès bigarré*, plusieurs minéralogistes ont pensé que c'étoit plutôt à l'argile qu'au gypse, et surtout à l'argile de cette formation, qu'on devoit regarder les gîtes de sel des terrains secondaires comme constamment et intimement associés.

Il paroît que les riches dépôts de sel gemme du comté de Chester, en Angleterre, sont également situés dans l'argile et immédiatement au-dessous du grès bigarré.

SÉRIE CHARBONNEUSE.

TERRAINS DE HOUILLE.

C'est dans le groupe des formations secondaires inférieures que la série des terrains charbonneux a pris son plus grand développement. Ces terrains sont ici principalement formés de houille ; mais l'anthracite s'y rencontre encore, dans les plus anciennes formations, tellement uni à la houille, qu'il est impossible de le considérer à part.

La houille existe, en couches plus ou moins nombreuses, dans toutes les formations des séries schisteuse et calcaire de notre groupe, ainsi que dans les formatious de grès rouge. Nous avons, à l'article HOUILLE, rapporté tous ces divers gisemens à deux ou trois types principaux; nous ne reviendrons pas sur les détails exposés dans cet article, mais nous considérerons ici la formation de la houille d'une manière un peu plus générale, en la regardant comme ayant été à peu près continue dans toute l'époque dont nous étudions, en ce moment, les produits ; c'est-à-dire, que nous reconnoîtrons autant de *formations* de houille, que nous avons reconnu de formations générales dans les séries schisteuse et calcaire.

Première formation. — HOUILLE ET ANTHRACITE DU TERRAIN HOUILLER.

Ici la houille est ordinairement bitumineuse; mais quelquefois aussi elle ne contient pas de bitume, et constitue un véri-

table anthracite. Les deux substances se rencontrent dans la même couche, soit mélangées ensemble, soit formant chacune des portions de couches plus ou moins étendues; mais la houille est, en général, de beaucoup prédominante. Elle renferme souvent, entre ses feuillets, la substance noire, fibreuse, d'un aspect soyeux et éclatant, qu'on a désignée sous le nom de *charbon de bois fossile*, et qui paroît devoir être considérée comme une variété d'anthracite. La disposition de la houille, en couches ou en amas parallèles, les variations que les couches présentent d'ailleurs dans la nature de la substance qui les forme, celles qu'on observe dans leur épaisseur, et les accidens, connus sous le nom de *renflement*, *étranglement*, *couflées*, *brouillage*, *barrement*, *crins*, *nerfs*, *sillons*, que ces variations occasionent, leur mode de gisement, souvent *concave*, et se relevant sur les pentes des montagnes primordiales, entre lesquelles le terrain houiller est encaissé; ou s'enfonçant, de tous côtés, dans les collines que constitue le terrain houiller lui-même, de manière que le fond de l'*entonnoir*, formé par la houille, est quelquefois situé perpendiculairement au-dessous du sommet de la colline; les contournemens, plis et replis nombreux et singuliers qu'on observe dans les couches de houille et du terrain houiller, leur disposition fréquente en *bassins*, plus ou moins étendus, et dont plusieurs sont souvent liés ensemble sur une direction constante, ont été exposés, à l'article HOUILLE, avec des détails auxquels nous croyons devoir renvoyer. Nous renverrons aussi, soit à cet article, soit à ce qui a été dit ci-dessus, du *terrain houiller*, pour ce qui regarde les rapports du gisementde cette formation, avec les autres terrains, et les fentes, filons ou failles, qui la traversent, comme pour l'indication des principales localités où la houille existe, les opinions diverses qui ont été émises sur son origine, etc., etc.

Deuxième Formation. — HOUILLE ET SCHISTE CHARBONNEUX DU GRÈS ROUGE ANCIEN.

Dans son Histoire des terrains secondaires, imprimée à Berlin en 1756, Lehmann a placé, dans l'ordre général d'ancienneté, le terrain houiller entre deux terrains de grès rouge ancien. Depuis lors, on s'étoit beaucoup éloigné de cette opinion, mais on s'en rapproche aujourd'hui. Plusieurs minéralogistes y reviennent même tout-à-fait. MM. de Schlottheim et de Hoff regardent tout le terrain houiller comme subordonné au grès rouge. D'autres, ainsi que nous l'avons vu, regardent comme étant dans ce cas, tous

ceux des terrains houillers proprement dits, qui ne doivent pas être rapportés aux formations intermédiaires. Nous ne nous sommes pas crus assez éclairés pour adopter précisément soit une opinion analogue, soit une opinion contraire; mais, quelle que soit l'incertitude dans laquelle nous semble encore restée la question, considérée d'une manière générale, il nous paroît constant-non-seulement que certains terrains houillers, assez étendus, ont été reconnus pour être bien subordonnés au terrain de grès rouge, tels que ceux de Wettin sur la Saale, de Planitz en Saxe, d'une partie de la Silésie, de la pente du nord du Thüringerwald, mais encore que le grès rouge et le porphyre, qui alterne avec lui, renferment, dans quelques localités, des couches de houille assez analogues à celles du terrain houiller proprement dit, accompagnées des phyllades ordinaires aux houilles, mais non des variétés de psammites connues sous le nom de *grès des houillères*. C'est seulement de ce dernier fait que nous voulons faire mention ici. Il a été constaté, dans le pays de Sangerhausen; dans le pays de Stollberg, au pied du Hartz; dans plusieurs localités, au pied du *Thüringerwald*; dans le pays de Schmalkalde; dans le pays d'Anhalt-Bernbourg et ailleurs. Les phyllades sont argileux, micacés, et renferment les impressions de plantes propres aux terrains houillers ordinaires. La houille est quelquefois de qualité analogue à celle de ces terrains, mais souvent elle est moins bonne, plus terreuse, et passe au schiste charbonneux (*kohlenschiefer*); souvent aussi les couches ont peu de suite.

M. Freiesleben indique, comme formant un terrain subordonné au grès rouge ancien, et méritant d'être décrit et classé à part, une roche schisteuse noire, bitumineuse et charbonneuse, qu'il nomme *schiste charbonneux* (*kohlen schiefer*), et qu'il regarde comme mitoyenne entre la houille et le schiste marno-bitumineux. Cette roche est tantôt plus dure, renfermant des débris de corps organisés, et souvent alors métallifère, tantôt plus tendre, plus marneuse, et ressemblant davantage au schiste cuivreux. La seconde variété se trouve dans les couches supérieures du grès rouge; la première se trouve dans les couches inférieures, et, comme la houille, au fond des anciennes vallées des terrains primordiaux que le grès rouge a remplies. Le schiste charbonneux est feuilleté, noir ou grisâtre, tendre ou demi-dur; il ne pâlit pas à l'air, ne se réduit pas en poussière, et ne fait pas effervescence avec les acides, comme le schiste marno-bitumineux; mais, du reste, il lui ressemble beaucoup. Il renferme des masses rondes ou aplaties de calcaire compacte

gris, alternant, en zones plissées, avec un schiste argileux noir. Il est mélangé de paillettes de mica, de lamelles de spath calcaire noir, ou de petits rognons de houille ou de bitume; il alterne quelquefois, en petites couches, avec des calcaires quarzeux, ou des schistes quarzeux analogues au schiste coticule; il renferme aussi des veinules de véritable houille.

Le schiste charbonneux contient quelquefois des minerais métalliques, en petites couches, ou en rognons, ou en petits filets. A Goldlauter, au pied du Thüringerwald, il a été exploité, pendant long-temps, pour le cuivre, l'argent et le plomb de ces minerais. Il renferme des empreintes de *fougères* et de *roseaux*, ainsi que des empreintes de tiges et de feuilles indéterminées, croisées dans tous les sens. Il renferme aussi des empreintes de poissons et de coquilles.

Le schiste charbonneux a souvent été confondu avec la houille, et cette confusion a donné lieu, dans plusieurs localités, à des travaux de recherches infructueux, comme elle a donné lieu ailleurs à des indications géognostiques erronées. Il forme, dans le grès rouge, plusieurs couches qui ont quelquefois jusqu'à deux mètres d'épaisseur, et qui paroissent souvent analogues aux couches de houille subordonnées au même terrain. M. Freiesleben fait remarquer que la position du schiste charbonneux le place géognostiquement entre la houille et le schiste marno-bitumineux, de même que sa nature oryctognostique : dans les couches subordonnées aux terrains calcaires secondaires anciens, dit-il, le bitume est le principe dominant; dans les couches subordonnées au grès rouge, nous voyons le bitume et le charbon réunis; dans le terrain houiller, c'est le charbon qui domine. Ce rapprochement, qui tend à faire considérer le schiste marno-bitumineux comme appartenant, en quelque sorte, à la série des terrains de houille, est particulièrement applicable aux terrains du centre de l'Allemagne; mais dans d'autres pays, le calcaire secondaire inférieur renferme de véritable houille, et il ne renferme pas de schiste marno-bitumineux; aussi n'y a-t-on pas indiqué, jusqu'à présent, le schiste charbonneux qui n'est encore connu que dans le centre de l'Allemagne. Nous voyons ici un exemple de plus, de la manière dont la généralité des formations diminue avec leur ancienneté.

Troisième formation. — Houille du calcaire alpin.

Ici la houille est beaucoup moins abondante que dans le terrain houiller proprement dit; car dans le plus grand nom-

bre des localités où il se présente, le calcaire alpin n'en renferme pas. Ailleurs, il en contient seulement un petit nombre de couches.

Nous avons indiqué, pour le calcaire alpin, trois *subdivisions* ou trois *formations* principales qui se confondent souvent ensemble. La houille existe, selon les localités, dans l'une ou l'autre de ces formations. Dans la première, qui est contemporaine ou même antérieure au *terrain houiller*, la houille se présente avec tous les caractères de ce terrain houiller, et elle ne doit pas, à proprement parler, être comprise ici, mais bien dans la première subdivision du présent article; telles sont les houilles reconnues dans le *calcaire de montagnes* des Anglais, où elles sont accompagnées de psammite et de phyllade impressionnés comme dans le terrain houiller véritable; telles sont encore celles qui, dans les départemens du Gard, de l'Aude, de l'Hérault, se présentent dans les premières assises du calcaire alpin, lors du mélange de ce terrain avec le terrain houiller. Ces derniers terrains, ainsi que celui du bassin de la Glane, dans le Palatinat, semblent former comme le passage de l'une à l'autre formation, et la houille participe aussi, par sa nature et sa disposition, aux caractères de l'une et de l'autre. Ce n'est que dans les subdivisions moins anciennes du calcaire alpin, que la houille prend les caractères propres à la formation que nous considérons maintenant. Nous avons indiqué ces caractères à l'article HOUILLE (*V.* tom. 15, pag. 341 à 345). Nous ne les rappellerons qu'en peu de mots. La houille est, en général, *sèche* ou *maigre*, non collante au feu, facilement altérable à l'air et à l'humidité, ordinairement pyriteuse et pyrophorique, renfermant peu ou point d'empreintes végétales, mais beaucoup de coquilles marines, et quelquefois aussi, dit on, des coquilles fluviatiles. (Il n'est pas bien constant que cette dernière circonstance se rencontre dans des houilles appartenant au calcaire alpin.) Les couches sont le plus souvent peu épaisses, peu nombreuses, peu inclinées, en général moins contournées que celles du terrain houiller, sujettes à moins d'accidens, quelquefois, cependant, tellement variables dans leur nature, que certaines parties de la couche ne renferment que de l'argile marneuse fendillée connue, sous le nom de *Mouillère*, dans les mines de houille de la Provence, et servant à recevoir et absorber les eaux de ces exploitations; quelquefois aussi coupées par des failles, etc.

On ne sait trop si ces houilles appartiennent à la seconde ou à la troisième subdivision du calcaire alpin; il nous paroît probable qu'elles appartiennent à la seconde. M. Heim cite

des couches de houille situées à la place géognostique du schiste marno-bitumineux, et dont la houille paroît passer à cette roche. M. Freiesleben indique même de très-petites couches de houille dans le psammite calcaire (*weiss liegende*) qui est situé au-dessous du schiste marno-bitumineux. D'un autre côté, M. Ebel indique les houilles des Alpes comme situées dans les troisième et quatrième chaînes calcaires de ces montagnes, et comme alternant avec des couches de calcaire marneux fétide, de brèches calcaires, de grès rouge et d'argile. Ce dernier fait semble indiquer une transition à la formation suivante.

Avant de passer à cette formation, nous ferons remarquer que dans le même calcaire alpin qui renferme, en Provence, des couches de houille, on trouve aussi du lignite; mais on n'a pas pu encore y déterminer le mode de gisement de cette dernière substance.

Quatrième formation. — HOUILLE DU GRÈS BIGARRÉ.

L'existence de cette formation n'est pas bien certaine, pour les différentes localités dans lesquelles elle a été indiquée les terrains qui renferment le combustible sont regardés, par plusieurs minéralogistes, comme devant être rapportés soit au grès blanc (*quader sandstein*) que nous considérerons dans le groupe suivant, soit même à des terrains d'alluvion; et alors on regarde la prétendue houille comme un lignite. Cependant, même en faisant abstraction du plus ou moins de confiance que peuvent mériter les observations dont l'exactitude est contestée, il nous paroît probable que la houille, qui se présente dans toutes les autres formations du groupe des terrains secondaires inférieurs, et que nous retrouverons aussi dans plusieurs formations du groupe suivant, doit exister également dans la formation placée à la limite des deux groupes. Il nous sembleroit donc étonnant que le grès bigarré n'en renfermât jamais.

A l'appui de cette manière de voir, nous rappellerons brièvement les principaux faits cités par des minéralogistes, qui nous paroissent mériter d'être crus. M. Heim indique des couches de houille dans le *grès bigarré*, au pied du Thüringerwald, des deux côtés de la chaîne. M. Flurl rapporte à cette formation les gîtes de houille de la Haute-Bavière. Il en distingue deux *sous-formations*: dans la plus ancienne, le psammite domine, les couches de houille n'ont que quelques décimètres de puissance; dans la plus nouvelle, la houille est surtout accompagnée d'argile marneuse, et de calcaire qui appartient, peut-être, au calcaire du groupe suivant. Les

indications données par M. Ebel se rapportent entièrement à celles de M. Flurl ; il distingue de même deux formations de grès bigarré qui, toutes deux, renferment plusieurs couches de houille. Au Pirkengrabe, près Miesbach, on exploite jusqu'à dix couches au-dessus l'une de l'autre. Cette localité appartient à la plus ancienne formation, dans laquelle le terrain de grès paroît, dit-il, s'enfoncer sous la quatrième chaîne des Alpes. Ce terrain renferme, en outre, du bitume assez abondant et du succin ; il renferme beaucoup de coquilles, *nummulites*, *térébratules*, etc., disposées par familles dans les mêmes couches. Ce dernier fait paroît bien concluant, pour rapporter cette formation à une époque à peu près contemporaine au calcaire alpin ; mais dans cette même formation, on veut ranger les *nagelflues*, et un grand nombre de minéralogistes regardent les *nagelflues* comme appartenant aux terrains d'alluvion, d'où résulte l'incertitude pour tout ce qui peut être considéré comme de formation contemporaine à ces terrains de transport, aussi énigmatiques qu'ils sont célèbres.

RÉSUMÉ

SUR LES TERRAINS SECONDAIRES INFÉRIEURS.

Si, dans le résumé relatif à la première classe, lorsque nous avons voulu établir, pour les terrains qui la composent, un ordre général de formations, nous avons rencontré de grandes difficultés, fondées principalement sur ce que plusieurs de ces terrains, n'étant pas répandus universellement, on ne pouvoit pas déterminer, d'une manière générale, leurs rapports de gisement avec les autres terrains ; ces difficultés deviennent naturellement plus grandes encore, à mesure que les formations deviennent moins universelles, et à mesure que celles qui sont encore généralement répandues prennent, dans les différentes localités, des caractères locaux qui altèrent leur *allure*, et les rendent quelquefois presque méconnoissables pour l'observateur qui les a étudiées ailleurs.

Ce ne sera donc qu'avec incertitude et défiance, que nous chercherons à indiquer l'ordre général d'ancienneté des terrains secondaires inférieurs, de la manière suivante :

1.° Terrain houiller, c'est-à-dire Terrains de Psammite, de Phyllade et de Houille (alternant ordinairement tous trois ensemble, mais quelquefois formés presque entièrement de phyllade) avec jaspe schistoïde, pétrosilex, porphyre, cornéenne, spillite, et calcaire marbre. Cette formation appartient peut-être à la seconde classe.

2.° TERRAIN DE GRÈS ROUGE ANCIEN, avec porphyre, argilophyre, cornéenne, spillite, phyllade, schiste charbonneux, houille, poudingue, grès, et calcaire marbre.

3.° CALCAIRE MARBRE, avec phyllade, psammite, houille, grès rouge, et calcaire calaminaire.

4.° CALCAIRE ARGILEUX ou CALCAIRE ALPIN [psammite calcaire (*weiss liegende*), calcaire marno-bitumineux et calcaire argileux compacte(*zechstein*)] avec calcaire calaminaire, houille, phyllade, argile schisteuse, psammite, *Grès vert*, grès blanc, jaspe schistoïde, gypse et sel gemme.

5.° CALCAIRE CAVERNEUX ou FÉTIDE (calcaire marneux caverneux (*rauchwacke*), calcaire marneux pulvérulent (*asche*), calcaire rude (*rauhkalk*), calcaire à cavernes, calcaire ferrugineux, calcaire calaminaire, calcaire magnésien, calcaire salifère, calcaire du Jura?) avec gypse, sel gemme, argile feuilletée, marne, psammite, grès, jaspe schistoïde, silex corné, bitume, fer oxydé, fer hydraté, fer spathique.

6.° SEL GEMME avec argile et gypse.

7.° GRÈS ROUGE NOUVEAU, GRÈS BIGARRÉ, GRÈS ARGILEUX, avec argile, grès, sable, *grès vert*, oolithes, calcaire marneux, gypse, sel gemme, fer oxydé argileux, houille et *nagelflue*?

Quoiqu'un ordre de superposition, un peu plus constant que celui qu'on observe dans les terrains de la classe intermédiaire, nous ait permis de tracer, au moins comme approximatif, l'aperçu précédent, nous avons vu que la liaison qui existe entre toutes ces formations, est très-grande, et qu'elle a déterminé plusieurs géologues à réunir le tout, sous la dénomination de *formation du grès rouge*, terrain auquel ils considèrent tous les autres comme étant subordonnés.

Quant aux rapports du groupe entier avec ceux qui le précèdent ou le suivent, nous avons vu combien sa connexion étoit intime avec la classe des terrains intermédiaires, et que sur toutes les lignes des séries calcaire, schisteuse, charbonneuse, gypseuse, même feldspathique et trappéenne, la limite étoit presque impossible à déterminer. Nous avons eu déjà également l'occasion de remarquer, dans le calcaire du Jura et dans le *lias* des minéralogistes anglais, une liaison aussi frappante avec les calcaires du groupe suivant : nous reviendrons naturellement tout à l'heure sur cet objet.

C'est avec le groupe des terrains secondaires inférieurs que cessent les terrains cristallins : nous ne les retrouverons plus que dans les formations réputées volcaniques ; c'est avec le même groupe que cessent les couches inclinées. Nous re-

marquerons encore que dans les terrains plus récens, on ne trouve plus de filons, ni de gîtes quelconques de minerais métalliques, sauf quelques gîtes irréguliers de minerai de fer. Il paroît que c'est aussi avec ce groupe que cessent les dépôts de sel gemme ; mais nous n'avons aucun renseignement positif sur la position des gîtes de sel d'Asie et d'Afrique. Enfin on a cru pendant long-temps que les formations de houille s'arrêtoient également au calcaire alpin, mais nous les verrons se prolonger dans le groupe suivant.

SECOND GROUPE.

TERRAINS SECONDAIRES SUPÉRIEURS.

Nous avons encore suivi, dans le groupe précédent, la trace de presque toutes les séries que l'étude des formations primordiales nous avoit portés à établir; mais nous avons vu plusieurs d'entre elles ne plus se présenter que rarement et comme subordonnées. La série calcaire, au contraire, a continuellement augmenté de puissance. Les autres séries ne nous ont presque plus offert que des terrains de transport, dans lesquels les élémens de toutes les roches qui leur appartenoient sont confondus et souvent tout-à-fait indéterminables. Nous allons retrouver ici la continuation des mêmes phénomènes. Tous les terrains cristallins ont disparu : le terrain calcaire devient essentiellement dominant, et les vestiges de toutes les séries anciennes ne se montrent plus que comme terrains de transport, parmi lesquels le quarz seul conserve ses caractères et quelquefois sa pureté ; mais les élémens des autres roches schisteuses, feldspathiques, amphiboliques, ne se reconnoissent plus, et à leur place on ne voit que des argiles.

Le calcaire, le grès et l'argile seront donc les seuls types des séries générales dont nous pourrons étudier ici les membres. Parmi les séries de terrains moins universels, et que M. Cordier nomme *terrains d'exception*, en raison de leur rareté, nous retrouverons seulement, dans notre groupe, la suite de la série charbonneuse.

SERIE CALCAIRE.

Deux terrains calcaires principaux se présentent ici, et ils semblent composer la masse presque entière des formations de cette époque : l'un est le *calcaire coquiller* (*muschelkalk*) des minéralogistes allemands, l'autre est la *craie*. Ces deux terrains ne se montrent pas, en général, dans les mêmes localités, et nous ne savons pas qu'on ait observé directement leur superposition l'un à l'autre. Cependant la nature de la roche principale de chacun d'eux, quoique à peu près la même

chimiquement, est très-différente sous le rapport des propriétés physiques ; la nature des fossiles qu'ils renferment paroît également différente ; leurs couches subordonnées ne sont pas les mêmes ; tout semble indiquer qu'on doit les regarder comme deux formations très-distinctes ; et quant à leur ancienneté relative, on peut remarquer que le calcaire coquiller présente souvent des passages aux terrains secondaires plus anciens qu'il recouvre, tandis que l'on ne voit rien de semblable entre la craie et ces terrains ; que le calcaire coquiller constitue ordinairement le sol des contrées situées entre les terrains plus anciens et les terrains de craie; enfin, qu'il paroît quelquefois s'enfoncer sous la craie. Dans une seule localité, à notre connoissance, on a indiqué le calcaire coquiller comme superposé à la craie ; mais cette indication peut laisser quelque doute sur la formation à laquelle le calcaire supérieur doit être rapporté. Il nous paroît, au contraire, à peu près évident que, presque partout, le calcaire coquiller appartient à une formation antérieure. Les détails que nous donnerons sur les deux terrains, justifieront probablement notre opinion à cet égard.

TERRAIN DE CALCAIRE COQUILLER (*Muschelkalk*).

Le nom donné à ce terrain est certainement très-mauvais, puisque tous les calcaires secondaires renferment des coquilles ; mais celui-ci en contient plus abondamment que ceux que nous avons observés jusqu'à présent. Il est d'ailleurs désigné sous ce nom dans les ouvrages de géognosie allemande, et, faute d'une dénomination meilleure, nous croyons devoir nous servir de celle qui est reçue.

Le *calcaire coquiller* des Allemands est, en général, de couleur pâle, jaunâtre ou grisâtre, rarement bleuâtre, à texture compacte, à cassure unie ou un peu esquilleuse, le plus souvent homogène, quoiqu'il se mélange quelquefois de silice ou d'argile, et passe alors au psammite ou à la marne; quelquefois aussi il se mélange d'oxyde de fer. Il est assez souvent traversé par de petits canaux cylindriques vides, ou par des fissures presque imperceptibles, bizarrement contournées et remplies de fer oxydé ocreux, de sorte que les couches ont une tendance à se briser en suivant ces contournemens irréguliers. Assez souvent ce calcaire est feuilleté ou même lamelleux, quelquefois il est poreux ; quelquefois aussi, mais rarement, il prend une texture oolithique.

Dans la partie orientale de la France, en Lorraine et en Bourgogne, le calcaire coquiller présente, dans sa texture, un beaucoup plus grand nombre de variétés que les minéralogistes allemands n'en décrivent. Souvent il paroît formé de pétrifications pénétrées de suc spathique ; souvent aussi il est

très-feuilleté. On l'emploie, dans ce cas, à couvrir les toits de maisons, et on le désigne sous le nom de *lave*.

Les coquilles fossiles sont extrêmement abondantes dans ce calcaire. Entre les couches de calcaire compacte, on voit souvent des couches qui paroissent entièrement formées de coquilles amoncelées et brisées de manière à être méconnoissables ; mais, en outre, d'autres couches minces renferment en très-grande quantité des *térébratules lisses*, des *ostracites*, des *strombites*, des *buccinites*, des *pectinites*, des *ammonites*, des *turbinites*, des *chamites*, des *mystulites*, etc. ; les *bélemnites* et les *oursins* y sont assez rares, ainsi que les *térébratules striées*, les *gryphites*, les *patelles*, les *bitubulites*, etc. Les ammonites et les turbinites, et quelquefois les térébratules, se présentent aussi isolées au milieu des couches de calcaire compacte. On y observe encore des *trochites*, mais particulièrement dans les couches inférieures de la formation. Le calcaire de ces couches est ordinairement très-dur, et les fossiles sont souvent changés en spath calcaire brun ou en fer spathique. Les couches qui renferment des *bélemnites* se rapprochent ordinairement de la nature du calcaire fétide (*stinckstein*). Dans l'est de la France, les couches de calcaire coquiller renferment surtout une grande quantité d'*astroïtes* et d'autres *madrépores*. MM. Freiesleben, de Schlottheim et autres indiquent aussi des ossemens dans le calcaire coquiller : ces ossemens sont quelquefois changés en une matière analogue au quarz résinite, et tapissés de cristaux de quarz dans leur intérieur : on ne sait s'ils appartiennent à de grands animaux terrestres ou marins. M. Blumenbach cite un ornitholite incontestable comme appartenant à ce terrain. On y indique encore beaucoup de dents de poissons; on y a même indiqué des empreintes de poissons entiers, mais il paroît douteux que les calcaires où on les a trouvées se rapportent réellement à cette formation.

Le calcaire coquiller est toujours distinctement stratifié, en couches qui sont ordinairement horizontales, rarement inclinées. Les couches superficielles sont, en général, très-minces, et l'épaisseur des bancs s'accroît continuellement dans la profondeur. Ce terrain présente d'ailleurs souvent une grande quantité de fentes et de fissures irrégulièrement disposées, et quelquefois ces couches semblent formées de monceaux de blocs apposés les uns à côté des autres, ainsi que Monnet l'a observé, par exemple, aux environs de Bar-le-Duc et ailleurs.

Le calcaire coquiller renferme de nombreuses couches

subordonnées d'argile marneuse feuilletée, et des rognons, des veinules et même des couches minces de silex pyromaque ou de silex corné. Il contient quelquefois des géodes tapissées de cristaux calcaires ou de petits cristaux de quarz ; ailleurs, il est traversé par de nombreuses veinules de spath calcaire; on y connoît aussi du calcaire nacré.

Le calcaire coquiller contient encore, dit-on, des bancs subordonnés de minerai de fer hydraté. Enfin, il renferme quelquefois de petites couches de houille, au milieu de couches d'argile feuilletée, qui contiennent des empreintes de plantes différentes de celles des terrains houillers plus anciens, et des graines qui paroissent appartenir à des arbres résineux.

On ne cite point de cavernes dans le calcaire coquiller des minéralogistes allemands; il est probable cependant qu'il en renferme, comme tous les calcaires. On y connoît des gîtes nombreux de minerai de fer, en filons irréguliers ou en amas de différentes espèces ; tels sont presque tous les gîtes exploités en Lorraine et en Champagne. On y connoît aussi des rognons pyriteux; enfin, on y a indiqué de petits nids de plomb sulfuré.

Nous citerons, en dernier lieu, les indications de gypse et de sources salées, qui ont été faites pour le calcaire coquiller, parce qu'elles paroissent avoir besoin d'être confirmées. On a cité, entre autres, les sources salées de Hall, en Saxe ; mais de ce que ces sources sortent du calcaire coquiller, il ne paroît pas en résulter qu'elles n'aient pas leur origine dans un terrain inférieur. Enfin, nous croyons devoir rappeler ce que M. Freiesleben a fait observer, que le calcaire de ce terrain paroissoit, dans un assez grand nombre de localités, éminemment disposé à produire des efflorescences salpêtrées. Il remarque, à cette occasion, que les salpêtres de Thuringe, qui proviennent d'efflorescences semblables, contiennent presque toujours du muriate de soude.

Quand le calcaire coquiller est superposé au grès bigarré, sa place géognostique paroît bien déterminée. On voit souvent alors, au contact des deux terrains, des couches mélangées de calcaire, de grès et d'argile, former le passage de l'un à l'autre. Les couches supérieures du même terrain passent, au contraire, à une marne feuilletée, et enfin, à un véritable terrain marneux par lequel il est souvent recouvert.

Mais le calcaire coquiller repose souvent immédiatement sur les calcaires du groupe précédent ou même sur des terrains plus anciens. Dans le premier cas, il y a également passage de l'un à l'autre terrain, et ce passage est quelquefois

insensible. On est tenté de croire que le calcaire oolithique, qui constitue la grande masse du Jura et qu'on retrouve dans d'autres pays, est situé à la limite des deux formations, de manière qu'on le confond tantôt avec l'une et tantôt avec l'autre.

Le calcaire coquiller constitue le sol de pays de plaines, ou de montagnes peu élevées et à pente douce. Il paroît très-généralement répandu; mais il présente tant de variations dans sa nature, dans les différentes contrées où il existe, que souvent on est tenté de croire à autant de formations particulières qu'on a observé de localités. Nous citerons seulement quelques-unes de ces variétés locales.

Le calcaire compacte et terreux de la Thuringe, décrit par M. Voigt, sous le nom de *mehlbatz*, renferme des *ammonites*, et paroît renfermer aussi des empreintes de *vers*. A l'analyse, ce calcaire a donné 9,43 de magnésie, 10,25 de silice, du fer et du manganèse. Cette proportion de magnésie nous paroît remarquable, d'après les indications que nous avons données de calcaire magnésien à la fin du groupe précédent.

Le calcaire de la vallée de l'Elbe, aux environs de Dresde, nommé *plænerkalk* par Werner, est terreux, sableux ou marneux; il contient des *ammonites*, des *madrépores* et autres coquilles.

En Angleterre, nous avons déjà cité un calcaire nommé *lias*, comme situé au-dessus du grès bigarré. Il sembleroit, pour cette raison, devoir être réuni à notre calcaire coquiller; cependant plusieurs minéralogistes anglais le rangent parmi les calcaires anciens. Il est recouvert par un *terrain d'oolithe*, qu'on divise en oolithe inférieure, oolithe de bath et oolithe supérieure : ces subdivisions sont séparées par divers terrains de sable et d'argile. L'oolithe inférieure contient des *gryphites*. La *pierre de Portland* et la *pierre* de *Purbeck* sont rapportées aux formations d'oolithe supérieure ; mais celle-ci contient, dit-on, des coquilles d'eau douce ; on la regarde cependant comme bien antérieure à la craie.

Il est difficile, d'après de semblables anomalies, de concevoir une idée générale du rapport que ces différens terrains calcaires peuvent avoir entre eux.

D'après quelques observations nouvelles, une partie des calcaires calaminaires des environs de Tarnowitz en Silésie, dans lesquels on exploite des gîtes de plomb, de calamine et de fer, devroit être rapportée au calcaire coquiller. La *série calaminaire* s'étendroit donc jusqu'ici, et les gîtes de minerais métalliques se trouveroient encore dans des terrains plus modernes que ceux que nous avons indiqués ; mais l'exacti-

dinairement plusieurs mètres d'épaisseur. Les fissures de stratification sont souvent peu marquées, et les couches ne sont pas divisées en *assises*. Les silex sont disposés, presque toujours, en lits parallèles au plan des couches de craie.

Dans la craie grossière de la montagne de Saint-Pierre près Maëstricht, M. Mathieu a observé de nombreux tuyaux cylindriques ou coniques, espèces de puits naturels, qui traversent verticalement ou obliquement toutes les couches du terrain ; ils ont jusqu'à deux mètres de diamètre, et sont remplis de cailloux mêlés de terre, mélange semblable à celui qui constitue la grève de la surface du plateau de la montagne. M. Clère y a observé aussi d'autres cavités, de forme irrégulière, mais plus ou moins allongées dans un sens, et remplies des mêmes matières.

L'intérieur du terrain de craie ne contient guère, comme bancs subordonnés, que les lits formés par les rognons de silex ; quelques couches de marne, d'argile ou de sable s'observent principalement dans ses plus anciennes parties. Dans les parties les plus nouvelles, on trouve quelquefois, soit dans des fragmens de craie disséminés dans un sable marneux, soit dans les silex de la craie, des géodes tapissées de cristaux de strontiane sulfatée.

Quand la craie paroît en contact avec le calcaire coquiller, on observe une espèce de passage entre les deux terrains, ou plutôt il y a ordinairement passage, de l'un et de l'autre, à un terrain argileux qui les sépare. Les deux terrains sont d'ailleurs en couches horizontales, et par conséquent leur gisement mutuel est *concordant* ou *uniforme*. Mais, dans un grand nombre de localités, la craie recouvre des terrains plus anciens, disposés en couches inclinées ; il n'y a alors aucune espèce de liaison entre les deux formations, et le gisement de la craie est toujours *différent* et *transgressif*. Souvent, dans ce cas, on observe, entre le terrain de craie et d'argile, et le terrain inférieur, un terrain de transport peu épais, dont nous ferons mention en parlant de la série argileuse.

Ce terrain forme des plaines très-étendues, dont la surface est souvent tout-à-fait infertile, quand la craie pure vient jusqu'au jour. La craie argileuse ou sableuse constitue, au contraire, dans plusieurs contrées, un sol d'une grande fertilité. La manière dont le terrain de craie a été ravagé par les eaux, postérieurement à sa formation, a produit les inégalités et les escarpemens qu'il présente en quelques endroits.

Le terrain de craie est peu généralement répandu. Il abonde dans la partie septentrionale de la France, et dans

le sud de l'Angleterre ; ainsi qu'en Galicie, en Hongrie, en Poméranie, en Zélande, en Crimée, etc. Dans ce dernier pays, M. d'Engelhardt annonce que la craie renferme quelques silex dans ses couches supérieures, et un grand nombre de coquilles parmi lesquelles il cite des *gryphites*, *des ostracites*, *des nummulites*, *des oursins*, des noyaux d'*hélices* de grande dimension, etc. Il annonce aussi que la craie est recouverte, dans quelques parties, par un calcaire coquiller (qu'il nomme *muschelkalkstein*), quelquefois presque oolitheux, ailleurs renfermant beaucoup de fossiles, surtout des noyaux de *cardium*. Il paroît douteux que ce calcaire puisse être rapporté au terrain que nous avons indiqué comme étant de formation antérieure à celle de la craie.

SERIE QUARZEUSE.

Nous placerons ici, comme type principal de la série quarzeuse, un terrain de grès dont l'existence, comme formation particulière, est contestée par plusieurs minéralogistes allemands (qui veulent le rapporter à la formation du *grès bigarré*), mais qui nous paroît devoir en être distingué, et qui très-probablement est de formation postérieure au calcaire coquiller. Nous serons confirmés dans notre idée par l'examen de ce terrain, et par l'observation de plusieurs terrains de psammite, plus ou moins quarzeux, qui, dans différentes contrées, sont situés à la même place géognostique.

TERRAIN DE GRÈS BLANC (*quadersandstein*).

La roche que nous désignons (faute d'une meilleure dénomination), sous le nom de *grès blanc*, est en général de couleur blanchâtre ou grisâtre, à grain fin, à ciment argileux ou argilo-calcaire très-peu abondant et souvent presque invisible; quelquefois le ciment même est quarzeux. Cette roche ne renferme point ordinairement de mica, point de ces masses argileuses si communes dans le grès bigarré; mais on y observe de petites veinules quarzeuses. Elle est, en général, moins friable que le grès bigarré; elle donne facilement des pierres de taille, bonnes et solides, et cette propriété l'a fait désigner en Allemagne sous le nom de *quadersandstein*, ou *grès à pierres de taille*, nom que nous adopterions volontiers préférablement à celui de *grès blanc*, qui est bien mauvais, s'il n'étoit pas aussi long.

Le grès blanc renferme assez abondamment des pétrifications tant animales que végétales. Les coquilles y sont quelquefois pénétrées d'un suc calcédonieux. On y indique particulièrement des *turbinites*, *des musculites*, *des mytulites*, *des*

ammonites, *bélemnites* et autres. L'argile ocreuse, exploitée comme *ocre*, dans un assez grand nombre de contrées, paroît souvent devoir être rapportée à une époque de formation analogue. Telle est celle qui est exploitée dans diverses localités des départemens du Cher, de la Nièvre et de l'Yonne.

L'argile constitue, avec le sable et le grès, une formation intermédiaire entre le calcaire coquiller et la craie. Une zone argileuse, de cette espèce, est connue en Champagne, sur une assez grande longueur, depuis l'Yonne jusqu'à l'Oise. Ce terrain argileux passe aux deux terrains calcaires, qu'il sépare, par des marnes de toutes variétés.

C'est dans la même position, au-dessous du terrain de craie, que l'argile d'un gris verdâtre, connue sous le nom de *diej* ou *diève*, forme, en gisement concordant avec celui de la craie, des couches épaisses, que les mineurs de la Flandre sont obligés de traverser pour arriver au terrain houiller situé au dessous d'elles.

Nous placerons ici le POUDINGUE connu des mêmes mineurs sous le nom de *tourtia*, dont la pâte est argileuse et calcaire. Il contient des galets qui paroissent être de la nature de la cornéenne, d'autres qui semblent siliceux, et qui sont mélangés d'une grande proportion de substance verte analogue à la chlorite. On y trouve des coquilles. Le *tourtia* contient aussi des veinules et des cristaux de spath calcaire, ainsi que des particules métalliques qui ont l'aspect de pyrites magnétiques.

Le tourtia forme une couche, de quelques mètres d'épaisseur, au-dessous des argiles glaises, ou *dièves*, et de la craie. Il se trouve donc tout-à-fait dans la position géognostique que nous assignons au *grès blanc*, ou *quadersandstein* des Allemands, aux grès et aux sables de la Touraine, au *grès vert* des Anglais, etc.

Souvent le *tourtia* repose immédiatement, mais en *gisement transgressif*, et parallèlement à la formation argileuse et crayeuse, sur le terrain houiller. Quelquefois il en est séparé par une couche, également horizontale, d'une substance bitumineuse, nommée *terre noire vitriolique* ou *bitumineuse*, qui paroît assez analogue à certaines variétés de lignite.

SERIE CHARBONNEUSE.

Nous retrouvons encore, dans ce groupe, des terrains peu considérables de véritable houille ; nous commençons à y

rouver des indices, plus marqués que précédemment, de errains de lignite.

TERRAINS DE HOUILLE.

La houille se présente ici dans le *calcaire coquiller* et dans le *grès blanc*. Ces deux dépôts ont beaucoup de caractères communs : les couches sont très-minces, la houille est peu éclatante, mélangée, en grande proportion, de parties argileuses et de pyrites. On pourroit d'autant mieux les regarder comme le produit d'une même formation, que la houille se trouve presque toujours dans les couches supérieures de l'un des terrains, et dans les couches intérieures l'autre, c'est-à-dire, dans les deux cas, près du point de contact des deux formations.

Première Formation. — HOUILLE DU CALCAIRE COQUILLER.

C'est un véritable mélange de houille et d'argile : cette dernière substance ne forme guère cependant, en général, qu'un sixième ou un cinquième de la masse totale ; mais elle communique souvent au mélange la propriété de pouvoir s'imbiber d'eau, et devenir gras et onctueux comme une glaise. Si l'on fait brûler ce combustible lentement, il reste une masse argileuse, feuilletée, qui conserve le volume entier de la houille. Elle contient aussi beaucoup de pyrites disséminées, soit en rognons, soit en particules invisibles, et donne par fois plus de trente pour cent de soufre àl'analyse. Elle se délite promptement à l'air, et estsusceptible de s'enflammer spontanément. Souvent elle ressemble plus à un ampélite alumineux qu'à une véritable houille, et quelquefois on l'a employée à fabriquer de l'alun et du vitriol. Cette houille argileuse est d'ailleurs mélangée de feuillets d'argile bitumineuse et limoneuse. M. Voigt en a fait une variété particulière de l'espèce *houille*, sous le nom de *lettenkohle*, nom qu'on a traduit en français par celui de *houille limoneuse* (Journal des Mines, n.° 158). L'argile, mélangée à ce combustible, renferme souvent des empreintes végétales, soit de tiges, soit de graines, que M. de Schlottheim a décrites, sans pouvoir les rapporter à aucuns végétaux connus.

La houille limoneuse se présente, en couches de quelques décimètres d'épaisseur, dans les assises supérieures du calcaire coquiller. Ces couches ont très-peu de suite, et rarement elles peuvent donner lieu à une exploitation lucrative. On l'a pourtant exploitée dans plusieurs localités, en Saxe et en Thuringe.

On voit, par le peu qui précède, combien cette for-

mation houillère diffère de celle qui est propre au calcai
alpin, avec laquelle on l'a pourtant souvent confondu
ainsi que nous l'avons remarqué à l'article HOUILLE, sa
donner, comme en ce moment, les indications propres à l
faire distinguer l'une de l'autre. Nous n'avons recueilli c
indications, que depuis l'impression de l'article HOUILLE.

Deuxième Formation. — HOUILLE DU GRÈS BLANC.

Cette houille est de la même nature que la précédente elle paroît cependant un peu plus bitumineuse, et quelquefoi elle est propre à la forge; elle est aussi moins facilemen altérable à l'air. Elle contient environ (terme moyen) u douzième de son poids d'argile, elle renferme aussi beaucoup de pyrites, ainsi que des petites parcelles ou des petits feuillets de galene; elle est également mélangée de feuillets d'argile bitumineuse. On y a remarqué, quoique rarement, des empreintes végétales qu'on n'a pas déterminées. M. Voigt fait aussi, de cette houille, une sous-espèce particulière, sous le nom de *blætterkohle* (houille lamelleuse); mais il résulte d'autres indications, qu'on y reconnoît quelquefois de véritable *houille schisteuse* (*schieferkohle*), ainsi que de la *houille grossière* (*grobkohle* de Werner.)

Cette houille forme assez souvent, dans les parties inférieures du terrain de grès blanc, plusieurs couches de un à deux pieds de puissance, qui ont, en général, plus de suite que celles du terrain calcaire précédent, et qui sont exploitées, avec avantage, dans plusieurs parties du centre et du nord de l'Allemagne; elles alternent avec des couches d'argile schisteuse passant au phyllade micacé, de marne sableuse et de grès. Cette dernière roche, dans le voisinage de la houille, devient quelquefois grise, dure, et un peu semblable au psammite des terrains houillers.

Ces deux formations de houille ne sont connues, jusqu'à présent, qu'en Allemagne; M. Schultze pense qu'on doit rapporter à celle du grès blanc, toutes les houilles de la haute Silésie, dont plusieurs couches présentent une épaisseur égale et même supérieure à celle des terrains houillers proprement dits (Annuaire de Minéralogie, de M. Léonhard, 1816).

Quoique les houilles que nous venons de décrire paroissent conserver les caractères principaux de l'espèce dont nous leur avons conservé le nom, elles présentent souvent aussi des caractères qui les rapprochent des lignites, et elles semblent former une sorte de passage entre les deux espèces C'est ici, en effet, dans l'ordre général des terrains, qu

cessent les formations houillères : on n'a pas reconnu de houille dans la craie, ni dans aucun des terrains supérieurs à la craie.

On pourroit peut-être dire aussi que c'est ici que commencent les TERRAINS DE LIGNITE. Au moins avons-nous vu que l'on trouve, dans le calcaire coquiller et dans le grès blanc, des indices assez nombreux de cette substance; mais on n'y connoît pas de véritable *terrain*, à moins qu'on ne veuille considérer comme tel, la couche de *terre noire vitriolique et bitumineuse*, qu'on a rencontrée, en quelques endroits, au-dessous du poudingue argileux ou *tourtia*, et au-dessus du terrain houiller de la Flandre.

SERIE GYPSEUSE ET SALINE.

Nous plaçons ici l'indication de cette série, avec une grande incertitude. On a indiqué des couches gypseuses et argileuses dans le calcaire coquiller de la partie orientale de la France; mais avec assez peu de détails pour laisser douter si ces terrains ne devoient pas être rapportés au *calcaire du Jura*, ou au dernier membre de la série calcaire des terrains secondaires inférieurs.

Dans les pays où le *calcaire coquiller* a été le plus étudié, comme formation spéciale, on n'y a rien cité de semblable à ce fait, fait que l'on seroit cependant bien porté à admettre comme vrai, puisqu'après avoir observé plusieurs formations de gypse, dans les terrains du groupe précédent, nous en retrouvons une autre formation dans le groupe qui va suivre. On doit donc être étonné, si la série de formations a été interrompue pendant l'époque du groupe mitoyen.

Nous avons dit qu'on avoit cité des sources salées, qui sortoient du calcaire coquiller ; mais aucune observation n'a prouvé, jusqu'à présent, que ce calcaire renfermât les gîtes de sel qui alimentent les sources.

RÉSUMÉ

SUR LES TERRAINS SECONDAIRES SUPÉRIEURS.

Le petit nombre de terrains que nous avons classés dans ce groupe, paroît se ranger dans les trois formations suivantes :

1.° CALCAIRE COQUILLER avec marne, argile, psammite calcaire, minerai de fer hydraté, houille, et gypse ;

2.° GRÈS BLANC avec poudingue quarzeux, sable, psammite verdâtre (*grès vert*), argile, marne, poudingue argileux, houille, et lignite ;

3.° CRAIE avec marne, argile et silex.

er… x. et en reconn…

L… est donc imp…
d'Engelhardt et de Rau…
… la formation, tou…
de craie, sous le nom
croyons qu'il existe en…

sle nom de *terrains parisiens,* parce qu'ils con-
:s environs de Paris , et qu'ils ont été classés
la première fois, d'une manière exacte , dans
le MM. Cuvier et Brongniart , sur la géogra-
ique de cette contrée. Parmi les faits nou-
ssans que cet ouvrage a fait connoître , on
surtout l'alternative qui existe , dans les ter-
, entre les formations marines et celles qui
inte évidente de leur dépôt sous des eaux dou-
rnative indique le retour successif, et à plu-
, de révolutions d'un genre tout-à-fait diffé-
: mélange, s'il est permis de s'exprimer ainsi ;
ès incompréhensible.
es formations que ces substances constituent,
ns tertiaires , présentent , dans les diverses
variétés plus grandes que toutes celles que
diées jusqu'ici ; on peut même dire qu'on ne
partir de la craie , de *formation générale.* Les
t produit les terrains tertiaires paroissent
dans des localités plus ou moins circonscri-
que les eaux qui les ont déposés , ne se sont
ez haut pour produire des terrains très-éten-
stances locales ont donc dû influer sur toutes
de cette époque , d'une manière plus puis-
les formations antérieures. Cependant on
e quelques caractères communs , au moyen
ut essayer de rapporter aux mêmes types ces
nations *circonscrites* ou *locales* (*V.* FORMATION) ;
rochemens n'ont été faits jusqu'à présent que
nombre de localités, parce que ce n'est que
temps que les géologues ont dirigé leur at-
terrains tertiaires. Les fossiles sont ici d'un
rand encore que pour les terrains plus an-
a'ils sont plus nombreux, mieux conservés et
s de ceux auxquels on peut reconnoître des
ans. La plus grande partie de ces fossiles
pourtant encore à des espèces qui paroissent
truites. Nous avons, d'ailleurs, dans la pre-
cet article , exposé nos doutes sur la justesse
s auxquelles conduiroit la détermination des
ée uniquement sur les fossiles qu'ils con-

[illegible] lient, par des associations et des
[illegible] rapport les plus récens.
[illegible] le nom de terrains

d'alluvion. Nous verrons même, pour plusieurs des formations citées jusqu'à présent parmi les terrains d'alluvion, que l'observation de leurs rapports de gisement nous portera à les classer ici, au milieu d'autres terrains qui ne sont nullement *clastiques*.

Nous suivrons encore, dans ce groupe, les traces de nos séries argileuse, quarzeuse, calcaire, gypseuse et charbonneuse; et malgré le mélange toujours croissant des substances qui composent les roches, nous trouverons, dans les terrains de ces séries, une pureté plus grande que ne pourroient le faire présumer l'abondance et la prédominance des terrains de transport. Nous prendrons principalement pour guide, dans les indications qui vont suivre, l'ouvrage classique de MM. Cuvier et Brongniart. Il en résultera que nous subdiviserons peut-être trop les formations, en considérant d'une manière générale ce que ces deux auteurs ont seulement présenté comme le tableau de ce qui existe aux environs de Paris; mais plusieurs observations, faites dans d'autres contrées, ont déjà fait voir qu'une partie de leurs subdivisions s'appliquoit très-bien à tous les terrains supérieurs à la craie; et d'ailleurs ces terrains ont encore été si peu étudiés, excepté en France, qu'il paroît impossible de présenter, pour leur classification, d'autres indications que celles qui ont été données par les savans français dont l'ouvrage a ouvert une carrière nouvelle aux observations géognostiques.

SERIE ARGILEUSE.

L'argile pure et l'argile marneuse constituent plusieurs formations distinctes, dans les terrains *tertiaires* ou *parisiens*; la formation inférieure est d'argile pure, les supérieures sont d'argile plus ou moins marneuse, et de véritable marne.

1.ere *Formation*. — L'ARGILE PLASTIQUE, ainsi nommée par M. Brongniart, parce qu'elle est éminemment propre à la fabrication des poteries, forme le terrain inférieur à tous ceux qui recouvrent la craie. Cette argile est onctueuse, tenace, siliceuse, mais elle ne renferme que très-peu ou point de chaux; plus ou moins mélangée d'oxyde de fer, et quelquefois très-pure, elle est, selon ses diverses qualités, employée à la formation des poteries grossières, des poteries de grès, des faïences, et des faïences fines. Elle renferme quelquefois des grains pyriteux, des portions de silex, des fragmens de craie empâtés dans la masse argileuse. Ce dernier fait vient à l'appui de la séparation tranchée qui existe entre la craie et l'argile: partout où les deux terrains sont en contact, on ne

eut observer aucune espèce de passage de l'un à l'autre ; ıais on observe que les inégalités du sol de craie sont en partie ›mblées par le dépôt d'argile, dont l'épaisseur est très- ıégale, par suite de l'irrégularité de la surface sur laquelle lle repose. Quand l'argile est pure, on n'y connoît pas de étrifications ; mais souvent elle est mélangée de sable ; sou- ent des couches épaisses de sable et de gravier séparent le errain d'argile en deux portions distinctes ; la portion infé- ieure, ou immédiatement superposée à la craie, est alors ure et sans fossiles ; la portion supérieure est, au con- raire, très-sableuse, et elle contient des *cytherées*, des *turri- elles* et autres coquilles marines. Quelquefois aussi cette artie supérieure se mélange des fossiles propres au terrain alcaire qui la recouvre, et auquel elle passe par une telle érie de nuances, qu'on est tenté de regarder les deux ter- ains comme membres d'une seule formation. Aux environs le Londres, l'argile plastique renferme les *cérites* et autres ossiles du calcaire grossier, et ce calcaire manque presque entièrement dans la série des formations tertiaires.

Les portions supérieures du terrain d'argile plastique con- iennent assez souvent des lignites, ou bois fossiles bitumi- neux, et il paroît assez probable que presque tous les grands dépôts de lignite, connus et exploités, appartiennent ou à cette formation, ou à des formations très voisines. Ce fait semble constant pour ceux des départemens de l'Aisne, de l'Oise et du Gard, où l'argile qui contient le lignite est recouverte par le même calcaire que l'argile plastique des environs de Paris. Il est remarquable, cependant, que les fossiles observés dans les lignites sont, en général, des fossiles d'eau douce, tandis que les portions supérieures du terrain d'argile plastique contiennent souvent des fossiles marins.

Des *formations d'argile marneuse* se présentent, comme su- bordonnées à presque tous les terrains supérieurs à l'argile plastique, et constituent aussi la masse principale de quel- ques-uns de ces terrains.

On remarque particulièrement :

2.° Les Marnes du calcaire grossier. Elles sont plus ou moins calcaires et argileuses, et alternent principalement avec les assises supérieures des terrains calcaires ; elles ren- ferment très-peu de fossiles. Entre cette formation et la sui- vante, des couches marneuses contiennent souvent des cris- taux lenticulaires de gypse, détruits et remplacés par une infiltration quarzeuse.

3.° Les Marnes du gypse. Elles sont calcaires et solides, ou argileuses et feuilletées. Les premières contiennent de

gros cristaux de sélénite ; les secondes contiennent des rognons tuberculeux et aplatis de silex résinite, connus sous le nom de *ménilite ;* les unes et les autres renferment des rognons de strontiane sulfatée, beauoup de coquilles d'eau douce, entre autres des *lymnées* et des *planorbes*, presque analogues aux espèces qui vivent aujourd'hui dans les mares ; des *poissons* fossiles, et des ossemens de *tortues*, d'*oiseaux* et de *mammifères.* On y trouve aussi des troncs de *palmiers* pétrifiés en silex. Ces marnes renferment encore des assemblages singuliers de six pyramides quadrangulaires à base carrée, striées parallèlement aux arêtes des bases, et réunies à leur sommet, de manière à remplir le volume d'un cube, dont les faces ne peuvent pas être mises naturellement à découvert, parce que les bases des pyramides sont adhérentes à la marne qui les enveloppe. Ces corps singuliers ont été trouvés dans les couches marneuses de la *troisième masse* du gypse des environs de Paris, et décrits par MM. Desmarest et Prévost. Une des couches de marne de la *seconde masse* gypseuse est marbrée, et on l'exploite pour s'en servir comme *pierre à détacher.*

4.° Les Marnes marines se trouvent immédiatement au-dessus du gypse et des marnes précédentes ; elles sont jaunâtres ou verdâtres, renferment des rognons de strontiane sulfatée, des ossemens de *poissons*, et une grande quantité de coquilles marines des genres *cytherées*, *cérites*, *spirorbes*, *cardium*, *huîtres*, etc. Le dernier genre est assez abondant dans plusieurs assises, et il paroît à peu près certain que ces huîtres ont vécu dans le lieu où on les voit aujourd'hui, car elles sont collées les unes aux autres, comme dans la mer, et la plupart ont leurs deux valves bien conservées. On a aussi trouvé, dans cette même formation, des morceaux arrondis de calcaire marneux coquiller, percés de *pholades*, et portant encore les huîtres qui y étoient attachées.

5.° La Marne des meulières sans coquilles. Elle est argileuse, verdâtre, rougeâtre ou même blanche ; elle alterne avec la meulière, et avec un sable argilo-ferrugineux.

6.° La Marne du second terrain d'eau douce. Elle est toujours calcaire, contient quelquefois des rognons siliceux, et forme des couches minces dans le calcaire et le silex, qui constituent la masse de cette formation.

SÉRIE QUARZEUSE.

La série quarzeuse des formations tertiaires comprend deux espèces de terrains différens : 1.° les grès et sables, et 2.° les

dex. On remarque assez souvent des passages de l'une à autre espèce; de plus, les molécules quarzeuses se montrent n abondance dans plusieurs calcaires des formations de nême époque, qui paroissent bien être des produits de dissoution, et on observe également des passages des roches quarzeuses aux roches de calcaire siliceux; enfin l'examen, à la loupe, de plusieurs grès et sables des formations les moins nciennes, ne présente souvent que de petits cristaux limpides, bords anguleux ou très-rarement émoussés par suite. De ces différentes observations, MM. Voigt, d'Aubuisson et plusieurs autres minéralogistes modernes, pensent que la plupart des grès homogènes, ou des roches qui ont reçu ce nom, ne sont pas des roches agrégées, mais bien des quarz de structure granuleuse comme la dolomie. On s'appuie encore, pour soutenir cette opinion, sur la différence qu'on annonce exister entre les grès des terrains anciens, ou psammites, qui contiennent beaucoup de feldspath, et ceux des terrains modernes, où le quarz est à peu près pur. Mais cette dernière observation a peu de force, car les anciens psammites contiennent beaucoup moins de feldspath que de quarz. D'ailleurs, la plupart des grès modernes, sur lesquels on élève ce doute, se désagrègent avec une grande facilité, ce qui est loin d'indiquer une formation cristalline ; de plus, les couches de grès sont presque toujours terminées, soit à leur surface supérieure, soit latéralement, par des ondulations au-delà desquelles on ne trouve que du sable incohérent. Or, on ne connoît aucun dépôt chimique qui ne soit à l'état solide, et les formes arrondies et tuberculeuses des portions de couches de grès, portent à attribuer leur solidité à des infiltrations postérieures au dépôt sableux. On peut remarquer, à l'appui de cette idée, que plusieurs des terrains de grès modernes ne présentent que de gros blocs épars au milieu de masses sableuses. Enfin, les parties siliceuses des terrains calcaires paroissent dues à des concrétions ou à des infiltrations chimiques, probablement postérieures au dépôt de la masse du terrain. Les gîtes de grès et de sable, au contraire, sont des *couches* qui dénotent une toute autre origine ; les passages que l'on a observés entre les uns et les autres sont apparens, mais la plupart ne soutiennent pas l'examen, et presque tous présentent des indices de nids, fentes ou dépôts postérieurs. Par tous ces motifs, nous pensons encore, avec M. Brochant-de-Villiers et le plus grand nombre des géologues, que les grès sont des *terrains de transport*, c'est-à-dire, le produit des derniers dépôts des détritus des roches primitives quarzeuses, dépôts formés de particules assez fines pour avoir pu

rester long-temps suspendues dans les eaux, et dont une partie a été, depuis, pénétrée et solidifiée par une infiltration siliceuse ou calcaire, infiltration qui peut, dans le premier cas, avoir été contemporaine de celle qui a produit le calcaire siliceux, ce qui expliqueroit, au moins en partie, les espèces de passages qu'on annonce exister des uns aux autres.

Malgré la différence qui existe, d'après cette opinion, entre les deux modes de dépôts des diverses formations quarzeuses des terrains tertiaires, nous croyons devoir indiquer brièvement toutes ces formations, dans leur ordre d'ancienneté relative, sans séparer les dépôts chimiques de ce que nous regardons comme des terrains de transport.

Première formation. — SABLE DE L'ARGILE PLASTIQUE.

Des dépôts sableux abondans sont mélangés particulièrement avec les couches supérieures d'argile de cette formation, ou se présentent purs entre ces couches supérieures et les couches inférieures. Le sable est quelquefois fin, plus souvent à gros grains, gris ou coloré en jaune par l'oxyde de fer, souvent contenant beaucoup de parcelles de mica. Quelquefois, et particulièrement dans les terrains à lignite, certaines couches de sable sont formées d'un gravier très-gros, et contiennent des galets volumineux. Le sable se mélange, d'ailleurs, avec l'argile, en toute proportion, et quand il est en masses considérables, il renferme de petites couches d'argile brunâtre. Le sable, considéré seul, ne présente souvent pas d'indice de stratification; mais il alterne, en lits, avec l'argile et le lignite que cette argile contient. Quelquefois il devient plus abondant que l'argile; aussi plusieurs minéralogistes le regardent comme le type principal de la formation. Il forme aussi, en général, une couche intermédiaire entre l'argile plastique et le calcaire grossier qui la recouvre.

Deuxième formation. — SABLE, GRÈS ET SILEX DU CALCAIRE GROSSIER.

Les couches inférieures du calcaire grossier renferment beaucoup de sable. Il y est mélangé avec une grande quantité de matière verte analogue qui paroît à la chlorite, et contient beaucoup de coquilles, particulièrement des *nummulites* et des *madrépores*. Les couches moyennes, et particulièrement les couches supérieures, renferment quelquefois des bancs de grès, ou des masses de silex corné remplies de coquilles marines, *cérites*, *cythérées*, *ampullaires*, etc. Ces grès semblent quelquefois remplacer entièrement la formation calcaire. Ils contiennent quelquefois aussi un mélange de coquilles ma-

rines et de coquilles d'eau douce (*cérites*, *lymnées* et *cyclostomes*). Dans ce dernier cas, ils sont immédiatement au-dessous d'un terrain d'eau douce, et renferment des cailloux roulés qui semblent indiquer un ancien rivage, ou un fond peu éloigné des côtes.

MM. Cuvier et Brongniart admettent ici, et présentent, comme étant dans la même position que ces grès, une formation de calcaire siliceux et de silex meulière que d'autres géologues veulent réunir au terrain d'eau douce supérieur, mais qui, d'après les observations les plus récentes, doit être regardée comme faisant partie de la *première formation d'eau douce*, avec le gypse, les marnes et le calcaire qui constituent cette formation.

Troisième formation.— SABLE ET GRÈS SANS COQUILLES.

Un terrain siliceux considérable, formé en partie de sable jaunâtre et en partie de grès solide, qui se présente soit en couches, soit en blocs épars dans le sable, se rencontre, dans le bassin de Paris, au-dessus du terrain gypseux. Le ciment du grès est quelquefois siliceux, et tellement fondu avec les grains de sable, que la roche devient semblable aux *quarz grenu* et *compacte* des terrains primordiaux. On le nomme alors *grès lustré*. Souvent, au contraire, le ciment est calcaire, et quelquefois ce ciment cristallise, et donne à l'assemblage des molécules siliceuses qu'il renferme la forme rhomboïdale *inverse* de la chaux carbonatée. Tels sont les grès cristallisés de Fontainebleau. Ce terrain ne contient pas de coquilles, ou au moins on n'y en a pas encore trouvé. Quelquefois, les couches de sable ayant été en partie emportées, les couches solides se sont brisées et éboulées, et elles ont donné naissance à des monceaux de blocs de grès.

Cette formation est plus généralement répandue que les formations calcaire et gypseuse des terrains tertiaires; on la retrouve en Artois, en Flandre et dans un assez grand nombre de localités, située immédiatement au-dessus du terrain de craie. Elle forme, en général, des collines coniques ou allongées, à pentes assez douces, recouvertes de sable et de blocs de grès. Quelques personnes veulent y réunir le *grès blanc* (*quadersandstein*) du groupe précédent, mais celui-ci paroît bien évidemment antérieur à la craie. D'autres géologues pensent que le grès plombifère de Bleyberg, près Aix-la-Chapelle, appartient aussi soit à cette formation, soit à la précédente, ainsi, dans les deux cas, à une formation postérieure à la craie. Nous ne croyons pas que ce fait soit probable, et les terrains tertiaires bien avérés ne renferment

Les couches tout-à-fait inférieures sont très-sablonneuses, et souvent plus sablonneuses que calcaires ; elles forment le passage du terrain calcaire au terrain sableux de l'argile plastique. Elles sont, d'ailleurs, souvent mélangées de cette matière verte analogue à la chlorite, que nous avons déjà trouvée dans les couches inférieures de la craie. Elles renferment des *nummulites*, des *madrépores* et d'autres coquilles qui s'éloignent beaucoup plus des coquilles vivantes, que celles des couches supérieures du même terrain. On y observe aussi des *végétaux*, à l'état de *lignite*, analogues à ceux des couches supérieures de l'argile plastique.

Les couches moyennes renferment plusieurs assises remarquables : l'une d'elles est quelquefois verdâtre, ou plutôt jaunâtre et tendre ; elle est connue alors des carriers, sous le nom de *banc vert*, dénomination impropre, qui provient, selon M. Hericart-de-Thury, de celle de *banc de verre*, donnée à cette couche à cause de sa friabilité, et du son clair qu'elle rend sous le marteau. D'autres assises, jaunâtres et dures, sont désignées sous le nom de *roche*, et donnent d'excellentes pierres de taille pour les constructions. Ces couches contiennent des empreintes de *feuilles* et de *tiges de végétaux* qui ne peuvent être rapportées à aucune plante marine, mêlées avec beaucoup de coquilles marines, telles que des *cérites*, des *miliolites*, des *turritelles*, des *cythérées*, etc.

Les couches supérieures renferment des bancs gris ou jaunâtres plus ou moins durs, qui contiennent surtout le *lucina saxorum*, et plusieurs espèces de *cérites* en très-grande abondance. On y remarque aussi, vers le haut, un banc dur, peu épais, remarquable par la prodigieuse quantité de petites *corbules* allongées et striées, qu'il renferme dans ses fissures horizontales. Ces couches renferment de plus des empreintes de *feuilles* et de *fucus*. On y a aussi rencontré des troncs d'*arbres* agatisés, renfermant, entre leurs fibres, de petits cristaux limpides de quarz, et enveloppés d'une couche de terre brune bitumineuse.

Au-dessus se présentent des marnes calcaires dures, se divisant en fragmens couverts d'un enduit jaune et de dendrites noires ; elles alternent avec des marnes argileuses tendres, et avec des sables calcaires, quelquefois agglutinés, et renfermant des silex cornés et des géodes de chaux carbonatée et de quarz, ainsi que des cristaux de chaux fluatée.

Quelques assises des couches moyennes et supérieures sont presque uniquement formées de coquilles. Plusieurs de ces assises sont en même temps tendres et sableuses, de sorte que les coquilles y sont bien conservées et faciles à extraire. Les

localités de *Grignon* près Versailles, *Courtagnon* près Rheims, *Parme* près Mantes, et plusieurs autres, sont célèbres par l'énorme quantité de coquilles fossiles qu'on peut y récolter : M. de Lamarck en a décrit plus de six cents espèces.

Mais les *cérites* sont les fossiles les plus abondans et les plus caractéristiques pour ce terrain, que quelques personnes nomment, par cette raison, *calcaire à cérites*. Parmi ces coquilles, l'espèce abondante connue sous le nom de *cerithium lapidum*, est la seule qui se trouve à la fois dans les dernières couches marines et dans les premières couches du terrain d'eau douce inférieur. Par ce motif, M. Omalius d'Halloy pense que cette coquille doit être regardée comme une *potamide*, c'est-à-dire comme une cérite des terrains d'eau douce. Les couches moyennes renferment quelquefois des masses irrégulières d'argile, de sable, et de silex, contenues dans des espèces de cavernes irrégulières qui traversent plusieurs couches. M. de Raumer a observé ce fait particulièrement près de Nanterre.

Les couches moyennes et supérieures alternent quelquefois avec des couches de grès, ou renferment des masses de silex. C'est dans ce mélange, qui semble former le passage à la formation suivante, qu'on retrouve aussi le mélange des coquilles marines et des coquilles terrestres ou d'eau douce. Les couches supérieures du calcaire grossier alternent également, dans plusieurs localités, avec les couches inférieures du terrain de gypse qui les recouvre, ce qui forme encore le passage d'une formation marine à une formation d'eau douce.

Le terrain de calcaire grossier fournit toutes les pierres à bâtir qu'on emploie à Paris et dans ses environs.

M. Omalius-d'Halloy dit que le terrain de *calcaire à cérites* paroît circonscrit dans le bassin de Paris ; d'autres minéralogistes ont indiqué un calcaire semblable comme constituant en Flandre un terrain assez étendu. M. Beudant annonce avoir retrouvé le calcaire parisien en Hongrie, etc. Aux environs de Londres, ce calcaire manque souvent dans la série des formations tertiaires; mais les fossiles qui lui appartiennent existent alors dans le terrain d'argile plastique, connu des minéralogistes anglais sous le nom d'*argile de Londres*.

Deuxième formation. — CALCAIRE SILICEUX INFÉRIEUR.

Ce terrain se présente souvent, à la place du calcaire grossier, à l'est et au sud-est de Paris, selon M. Brongniart ; mais d'autres personnes pensent qu'il est presque toujours situé au-dessus de la formation précédente. Il est remar-

encore des couches de houille ; nous avons même indiqué des couches de lignite au-dessous de la craie, mais avec plus ou moins d'incertitude. Dans la classe des terrains tertiaires, nous ne trouvons plus de houille, et nous retrouvons du lignite disséminé dans presque toutes les formations; mais nous remarquons, en outre, le lignite en grandes masses constituant un véritable terrain, au milieu de couches de sable, d'argile et de gravier de toute grosseur. Cette formation, qui se présente, d'ailleurs, souvent à la surface du sol, a été long-temps désignée comme *terrain d'alluvion;* mais dans certaines localités, elle est recouverte par le calcaire grossier, dans d'autres par un terrain de grès, dans d'autres enfin par des terrains basaltiques ; et ces différens gisemens, surtout les deux premiers, ne permettent pas de considérer le lignite comme appartenant aux formations auxquelles nous conservons la dénomination de *terrains d'alluvion.*

Tout porte à penser, au contraire, que le terrain de lignite fait partie des terrains tertiaires, et que s'il n'en existe qu'une seule formation générale, elle est contemporaine à la formation d'argile et de sable, que nous avons désignée sous le nom d'*argile plastique.* Nous renverrons à l'article LIGNITE, pour les détails géognostiques relatifs à cette formation. Nous rappellerons seulement, en peu de mots, que les gîtes de lignite renferment les diverses variétés de cette substance, désignées sous les noms de *jayet, bois bitumineux*, ou *l. fibreux, l. friable, l. terreux, l. alumineux* ; et *la terre bitumineuse* grise de M. Voigt ; ainsi que (dans un petit nombre de localités) des variétés d'*anthracite*, et peut-être quelques variétés de véritable *houille;* que le tout constitue, dans le terrain d'argile et de sable, une ou plusieurs couches ordinairement horizontales, formées quelquefois de lits alternatifs noirs, brunâtres ou jaunâtres, mêlés de petites couches, de veinules et de rognons d'argile sableuse, contenant souvent des pyrites et du succin, quelquefois du mellite ; mais que ces couches sont ordinairement assez peu étendues, relativement à leur épaisseur, pour mériter le nom d'*amas parallèle ;* qu'on y trouve un grand nombre de débris végétaux reconnoissables, même de nombreux arbres entiers, des fruits, des branches, etc., et que le tout porte l'empreinte, à peu près évidente, d'être formé par un amas de végétaux enfouis ; qu'on y trouve également des *coquilles fluviatiles* ou *terrestres*, des débris d'*insectes* et des débris de *mammifères* ; que la plupart des fossiles des deux règnes, qui y ont été reconnus, semblent provenir d'êtres organisés appartenant à des espèces des pays chauds, et que la considération de ces fossiles a porté M. de Schlottheim à diviser les gîtes de lignite en deux forma-

tions, distinction qui est rejetée par le plus grand nombre des géologues. L'une de ces formations comprendroit seulement les lignites qui, comme en Auvergne, en Allemagne et ailleurs, sont recouverts par des terrains basaltiques; dans cette position le lignite a été souvent désigné sous le nom de *houille*.

Le terrain à lignite paroît assez généralement répandu; mais partout où on l'observe, il ne constitue que des *formations circonscrites*. Il se présente ordinairement dans des plaines où il semble remplir le fond de vallées formées par des terrains plus anciens; mais souvent aussi, il constitue des montagnes ou des portions de montagnes assez élevées. Celui du Meisner en Hesse, celui des environs de Cologne, sont dans ce dernier cas; dans l'Oisan (département de l'Isère), on trouve des lignites à plus de 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer, et à 580 mètres au-dessus des limites actuelles de la région des bois.

Les *Terrains à lignite* n'ont pas été assez étudiés pour qu'on puisse dire aujourd'hui si tous se rapportent à la formation de l'argile plastique. Postérieurement à cette formation, on connoît le lignite disséminé dans les divers terrains calcaires, gypseux, argileux. Les *tourbes ligneuses* ou *tourbes marines*, observées en plusieurs endroits sur les bords de la mer, sont des lignites dont le gisement n'est pas déterminé, mais paroît souvent assez moderne.

Les *Forêts sous-marines* sont probablement encore beaucoup moins anciennes : les unes et les autres semblent faire le passage des *lignites* aux *tourbes*, et par conséquent des terrains tertiaires aux terrains d'alluvion.

Enfin, les véritables terrains d'alluvion renferment aussi des végétaux enfouis qui sont à l'état de lignite; ainsi, le passage d'une classe à l'autre est bien complet dans la série charbonneuse, comme dans les séries argileuse, quarzeuse et calcaire.

RÉSUMÉ

SUR LES TERRAINS TERTIAIRES.

Les terrains des différentes séries, que nous venons de passer en revue, ont été rangés en neuf formations distinctes, par les auteurs de la géographie minéralogique des environs de Paris. Nous conserverons cette classification, en ajoutant seulement, aux noms donnés par MM. Cuvier et Brongniart, ceux des substances qui nous paroissent devoir être désignées comme parties constituantes essentielles des formations tertiaires.

1.° Argile plastique et sable, avec lignite.

2°. Calcaire grossier, avec marne et grès marin.

3.° CALCAIRE SILICEUX et MEULIÈRE.
4.° GYPSE ET MARNE. (Premier terrain d'eau douce.)
5°. MARNES MARINES.
6°. SABLE ET GRÈS SANS COQUILLES.
7°. SABLE ET GRÈS MARIN SUPÉRIEUR.
8°. MEULIÈRES SANS COQUILLES, SABLE ET MARNE.
9°. CALCAIRE MARNEUX, MARNE, CALCAIRE SILICEUX, SILEX, MEULIÈRES et SABLE. (Second terrain d'eau douce.)

Nous rappellerons, au sujet de cette classification, les observations suivantes :

Les deux premières formations, celle de l'argile plastique et celle du calcaire grossier, paroissent intimement liées, et les fossiles de la seconde se trouvent dans la première, dans les localités où celle-là manque. Beaucoup de personnes regardent, en conséquence, l'ensemble de ces deux terrains, comme constituant la *première formation marine* des terrains tertiaires ; mais les formations de lignite, qui ne renferment que des fossiles d'eau douce, semblent cependant bien appartenir au terrain d'argile plastique, et nécessiter, par conséquent, sa séparation du terrain marin du calcaire grossier.

On observe un passage remarquable, par mélange de couches et mélange de fossiles, entre le n.° 2, *calcaire grossier* (terrain marin), et le n.° 4, *gypse* (terrain d'eau douce). A l'époque géognostique de ce mélange, semblent se rapporter tous les mélanges de coquilles marines et de coquilles d'eau douce, qu'on a reconnus à la partie supérieure du terrain de calcaire grossier et de grès marin. A cette même époque semble se rapporter la formation n.° 3 (*calcaire siliceux*), que l'on sait aujourd'hui être un terrain d'eau douce, dont on aperçoit seulement quelques traces dans les assises inférieures de certaines parties de la formation gypseuse n.° 4, et qui se présente, en masses considérables, dans les localités où le gypse n'existe pas ; mais alors cette formation paroît souvent liée à la formation n.° 9 (seconde formation d'eau douce). Quelquefois, cependant, elle en est séparée par les *sables et grès sans coquilles* (formation n.° 6) ou par un lit de marne verte qui semble représenter la formation gypseuse.

On observe également un passage frappant, par mélange de la formation gypseuse n.° 4, à celle des marnes marines n°. 5, qui la recouvre presque partout où elle s'est développée.

Les formations n.os 6, 7 et 8, ont beaucoup de rapports entre elles, quant à la nature des terrains et aux passages que leurs roches présentent. L'existence des fossiles, seulement dans celle du milieu, est le principal caractère qui

es distingue ; mais elles ont été réunies dans plusieurs écrits
nodernes, et particulièrement dans le Mémoire, déjà cité
plusieurs fois, de MM. de Raumer et d'Engelhardt, sous le
nom de *troisième formation siliceuse*. Il paroît peut-être plus
convenable de réunir les n.os 6 et 7 avec le n.o 5, ainsi que
e propose M. Omalius-d'Halloy, en considérant cet ensemble
comme la *seconde formation marine* du groupe des terrains
ertiaires ; et de réunir, au contraire, le n.o 8 au n.o suivant,
omme *seconde formation d'eau douce* calcaire et siliceuse. De
rands rapports semblent, en effet, motiver cette dernière
éunion, à laquelle ne s'oppose, jusqu'à un certain point,
que le caractère négatif, tiré de l'absence des coquilles,
dans les meulières du n.o 8. Cet ensemble, des n.os 8 et 9,
paroît souvent lié à la formation n.o 3, qu'il semble fréquemment recouvrir d'une manière immédiate ; mais, ainsi que
nous venons de le dire, le terrain n.o 9 est quelquefois séparé
de cette dernière, soit par les grès et sables n.o 6, soit par
es marnes du gypse n.o 4. Il faut observer que, dans ces
deux cas, les terrains intermédiaires ne renferment pas de
coquilles marines, ce qui pourroit donner l'opinion que le
out est le produit d'une formation d'eau douce, plus ou
moins longuement prolongée ; mais, dans cette supposition,
e terrain n.o 6 ne pourroit plus être considéré comme contribuant, avec les n.os 5 et 7, à constituer une seule grande
formation marine.

Les formations tertiaires des autres pays nous sont trop
peu connues, pour vouloir rien ajouter ici à ce que nous en
avons dit, dans l'examen des différentes séries. Le beau travail, sur les environs de Paris, fournira probablement,
pendant long-temps, les points de repère au moyen desquels
on cherchera à rapporter les différentes formations locales
de cette classe, à des formations générales.

Observons encore, en finissant, que nous trouvons, sur
presque toutes les séries des terrains tertiaires, des passages frappans aux terrains de la classe suivante.

CINQUIÈME CLASSE.

TERRAINS D'ALLUVION OU D'ATTÉRISSEMENT.

On désigne, en général, sous le nom de *terrains d'alluvion*,
les terrains formés de fragmens de roches ou de galets, sable
et limon, entraînés par les eaux, puis déposés successivement
par elles, et d'autant plus loin de leur gisement primitif,
que le courant d'eau étoit plus fort, et que les fragmens
étoient plus fins.

En considérant ce mode de formation des terrains, dans
e sens le plus général, on réuniroit, sous le même nom,

tous les terrains de transport des classes précédentes; mai
restreint habituellement la dénomination, en ne l'appliq
qu'aux dépôts les plus modernes, supérieurs à tous les au
terrains, et plus ou moins analogues avec ceux que les a
vions des fleuves et des rivières forment encore sous nos y

Ainsi déterminés, les terrains d'alluvion ne constit
plus de formations généralement répandues, mais seulem
des *formations locales* qui se représentent, sur les différe
parties de la surface du globe, avec des modifications dé
dant de chaque localité. Nous avons déjà reconnu ces m
fications comme existant dans la classe secondaire, et sur
dans les terrains de transport de cette classe, mais con
particulièrement remarquables dans les formations tertiai
avec les terrains de transport desquels nos terrains d'al
vion ont les plus grandes relations, la connexion la
évidente.

Les influences locales, qui font varier partout la nat
des terrains d'alluvion, ne permettent pas d'en donner
descriptions générales; on ne peut, relativement à c
classe, que saisir un très petit-nombre de rapports ou de
ractères qui soient communs aux différentes localités.
terrains n'ont d'ailleurs été, jusqu'à présent, que très-
étudiés, et nos connoissances à leur égard sont presque nul

Il est bien évident que nous ne pouvons plus suivre ic
trace de nos *séries;* tout se mêle et se confond, dans ce
n'est que le produit de débris entraînés ou amoncelés
les eaux. Les argiles, les marnes, les sables quelque
agglutinés, les galets et les poudingues les plus variés, qu
à la nature, à la grosseur et à l'agglutination des galets
les composent, les tourbes, les minerais de fer limone
composent les masses principales des terrains de cette cla
On peut cependant observer encore des rapports assez f
quens, et de véritables passages géognostiques, entre les t
rains de sable et d'argile des formations tertiaires et c
des formations d'alluvion, entre les calcaires d'eau douc
les tufs dont nous parlerons tout à l'heure, enfin entre c
tains lignites de la classe précédente, les lignites de c
classe-ci, et les tourbes.

On a divisé les terrains d'alluvion, soit en *alluvions*
ciennes et *alluvions modernes*, soit en *alluvions de montagne*
de *plaines*.

Dans le premier mode de division, on place, dans le p
mier groupe, les alluvions qui paroissent être le pro
d'inondations très-anciennes et très-fortes, de ravages c
sidérables, occasionés par les eaux, et qui ont entraîné
loin des masses volumineuses de galets, sables, limon, et

même des blocs considérables de rochers. Le second groupe comprend, au contraire, leproduit d'inondations partielles, et qui paroissent avoir eu lieu, dans chaque bassin, à des époques beaucoup moins reculées.

La division, en alluvions de *montagnes* et de *plaines*, n'a pas besoin d'être expliquée : elle est plus facile, mais beaucoup moins précise, que la précédente. Les alluvions de plaines ne sont souvent que des alluvions de montagnes, qui ont été, en partie, remaniées, entraînées et déposées de nouveau par les eaux.

Nous croyons ne devoir faire usage de ce second principe de classification, que pour la subdivision des deux groupes fondés sur le premier ; mais nous ne pouvons donner, nous le répétons, que des indications très-vagues et extrêmement incomplètes.

PREMIER GROUPE.

ALLUVIONS ANCIENNES.

PREMIÈRE SUBDIVISION.

ALLUVIONS DE MONTAGNES.

Nous citerons, dans cette subdivision, seulement un exemple célèbre, et en avouant que nous doutons de la justesse de son classement ici. C'est le terrain connu, en Suisse, sous le nom de Nagelflue et de Mollasse. Le *nagelflue*, dont le nom vient de ce qu'on a comparé a des têtes de clous les galets dont il est formé, comprend les poudingues *polygénique* et *calcaire*. Le terrain de *mollasse* est formé de *psammite micacé* et de *psammite verdâtre*, tout-à-fait semblables au *grès bigarré* des Allemands. Ce terrain constitue, au nord des chaînes principales des Alpes, le sol d'une vaste contrée, en Suisse et dans la partie méridionale de l'Allemagne, où il forme des plaines, des collines, et même de hautes montagnes, telles que celles du *Rigi*. Nous en avons déjà fait mention, dans le premier groupe des terrains secondaires, parce que plusieurs personnes le croient de formation contemporaine à celle du *grès bigarré* ; nous avouerons même que cette opinion nous paroît assez probable, d'après les détails contenus dans l'ouvrage de M. Ebel, sur cette singulière formation, ainsi que d'après l'observation de Saussure (§ 65), qui a reconnu un terrain calcaire superposé à la *mollasse*. D'ailleurs on y exploite des combustibles auxquels on donne le nom de houille ; et, quand même ces combustibles seroient des *lignites*, nous ne croyons pas qu'il existe des couches de lignite dans les véritables *terrains d'alluvion*, supérieurs aux formations tertiaires: Nous indiquons cependant ici ce terrain, par respect pour l'autorité du plus grand nombre des

géologues, qui l'ont observé en place; mais nous ferons observer, avec Reuss, que tous les *nagelflues* de Suisse ne paroissent pas être de la même époque, qu'on en a cité qui contenoient des fragmens de *nagelflue* plus anciens; et qu'ainsi, on pourroit probablement diviser ce terrain en deux formations, dont l'une seulement appartiendroit aux terrains d'alluvion.

Le *nagelflue*, de Suisse est, en général, composée de galets provenant évidemment des terrains des Hautes-Alpes; cependant on y observe fréquemment des fragmens de roches pour lesquelles on ne connoît, dans ces montagnes, de gisement originel que sur le versant méridional de la chaîne, du côté de l'Italie. Les fragmens calcaires sont les plus abondans, et souvent la roche en est entièrement formée; ces fragmens sont d'autant plus gros et d'autant moins arrondis, qu'ils sont déposés plus près des terrains dont ils paroissent provenir. Ils ont quelquefois plus d'un mètre de diamètre. Le ciment est ordinairement argilo-calcaire, et quelquefois presque spathique. Ce terrain est souvent stratifié régulièrement, en couches épaisses; les couches à gros fragmens alternent fréquemment avec des couches à grains fins; mais celles-ci se retrouvent, à peu près seules, dans les parties les plus éloignées des hautes montagnes. Le *nagelflue* forme, dans beaucoup de localités de la Suisse, des rochers escarpés très-élevés.

Le *nagelflue* ne renferme, dit-on, que très-rarement des fossiles, lesquels semblent alors être assez analogues à ceux des parties supérieures du terrain d'argile plastique. On a cité, dans la *mollasse*, qui paroît être le dernier dépôt du *nagelflue*, des ossemens de grands animaux; mais cette partie de la *mollasse* est peut-être une alluvion du terrain de *nagelflue* et de *psammite*. D'un autre côté, plusieurs géologues ont remarqué que le *nagelflue* et le psammite paroissoient s'enfoncer sous le calcaire de la quatrième chaîne des Alpes; mais on peut attribuer cette inclinaison à des affouillemens produits par de grands torrens, descendus des Alpes, qui auroient ravagé les premiers dépôts et forcé les couches à s'affaisser de ce côté.

M. de Humboldt cite des terrains de *nagelflue* analogue à celui de Suisse, auprès d'Aranjuez en Espagne, et dans les Cordilières de l'Amérique méridionale.

DEUXIÈME SUBDIVISION.

ALLUVIONS DE PLAINES.

Les alluvions anciennes, de l'Amérique méridionale, que nous venons de citer, s'étendent dans les plaines immenses

connues sous le nom de *Llanos*, où elles forment un sol uni de plus de dix-huit mille lieues carrées de surface : on y connoît des couches de minerai de fer.

Les sables, qui couvrent de vastes contrées, dans l'intérieur de l'Afrique et de l'Asie, doivent probablement aussi être considérés comme le produit d'anciennes et puissantes alluvions. Quelques géologues pensent que la plupart de ces sables proviennent de la désagrégation du terrain de *grès rouge ancien*. Il est remarquable que le sol d'une grande partie de ces contrées sableuses, est pénétré de sel.

Une grande zône de terrain d'alluvion, existe en Europe, au midi de la mer Baltique, depuis la Russie jusqu'en Hollande, et même jusqu'en Angleterre : le sol y est formé de sable, d'argile et de galets de toute grosseur; parmi ces galets se trouvent des blocs énormes de roches primordiales. Il est à remarquer que les galets et les blocs sont de nature tout-à-fait différente de celle des terrains primordiaux de l'Allemagne, et autres situés au midi de la zone, et qu'on en retrouve, au contraire, tous les analogues dans les montagnes de Suède et de Norwége. Cette vaste zone paroît donc être le produit d'une énorme alluvion ancienne, venue de la Scandinavie.

La vallée du Rhône, depuis les plaines qui sont entre Lyon et le Jura jusques aux plaines de la Crau, présente aussi une zone, à peu près continue, d'alluvions anciennes, formées de cailloux roulés de toute espèce, mais surtout de quarz.

Nous ne quitterons pas les alluvions anciennes sans dire un mot de ces roches primordiales, analogues à celles des Alpes, qu'on retrouve, en abondance, sur la pente orientale des montagnes calcaires secondaires de la chaîne du Jura, à huit ou à neuf cents mètres de hauteur. Ils sont anguleux, et leur grosseur va jusqu'à 14 à 15 cents mètres cubes; leur position actuelle est évidemment le produit d'une alluvion très-ancienne, dont la force paroît incalculable. On trouve ces blocs principalement en face du débouché de la valleé du Rhône, comme des autres grandes vallées des Alpes; et vis-à-vis chacun de ces débouchés, les roches sont de nature différente. Nous venons de citer les blocs du même genre, et aussi volumineux, qui se trouvent dans la grande zone du terrain d'alluvion du nord de l'Europe, et qui semblent provenir des montagnes de Suède : parmi ces blocs, les masses de *granite d'Ingrie* sont connues et célèbres.

DEUXIEME GROUPE.

ALLUVIONS MODERNES.

Les alluvions modernes se présentent, en général, à peu

de distance des terrains dont elles renferment les débris. On peut apercevoir, parmi elles, encore plusieurs âges très-distincts, et on pourroit, si elles étoient mieux connues, les subdiviser et les classer d'après cette distinction; mais, dans presque toutes ces subdivisions, les terrains d'alluvions montrent, par leur position, leur étendue, la nature et la grosseur de leurs parties, qu'ils sont le produit de causes tout-à-fait différentes des causes qui agissent encore aujourd'hui, ou, comme le remarquent MM. Cuvier et Brongniart, qu'ils ne peuvent avoir été déposés par les rivières, dans leur état actuel, en supposant même les débordemens les plus grands que l'on connoisse depuis les temps historiques.

PREMIÈRE SUBDIVISION.

Les minéralogistes allemands décrivent, comme ALLUVIONS DE MONTAGNES, sous le nom *seyffen-gebirge* (ou terrains à exploitation de minerais par lavage), des terrains de sable, de gravier et d'argile, lesquels renferment souvent des minerais ou des gemmes, qu'on en retire par le mode d'exploitation nommé *seyffen-werck* (*Voyez* MINIÈRE). Ces terrains se présentent aussi dans les plaines; mais on les reconnoît surtout dans les gorges élevées, ou sur les pentes des montagnes d'ancienne formation, où ils forment quelquefois des couches de plusieurs mètres de puissance. Ils ne contiennent que des minerais très-lourds et très-peu altérables : tels que l'or natif, le platine, l'oxyde d'étain; ou très-durs, tels que les oxydes de fer, le diamant et les gemmes. Beaucoup d'exploitations de minerais d'étain ont lieu, sur des alluvions de ce genre, en Saxe, en Bohême, en Cornouaille, au Mexique, etc. Dans ces mêmes exploitations, on trouve quelquefois de l'or, des topazes, etc.

Au Brésil, les exploitations d'or et de diamant ont lieu, par la même méthode, sur une couche d'alluvion connue sous le nom de *cascalho*, et formée par une agglomération de cailloux, de quarz et de gravier, ordinairement peu solide, quelquefois pénétrée d'un suc ferrugineux, qui paroît lui donner une solidité plus grande, et contenant aussi des grains nombreux de minerai de fer; dans ce dernier cas, elle renferme principalement des diamans. Elle se présente ordinairement sur un sol de granite ou de gneiss, quelquefois sur un calcaire secondaire, et tantôt immédiatement au-dessous de la terre végétale, tantôt sous une couche argileuse d'un à deux mètres d'épaisseur; mais on la retrouve également dans les gorges elevées des collines, dans les plaines, et jusques dans le lit des rivières. Il est à remarquer que ces rivières prennent leurs sources dans des montagnes, où l'on exploite des couches

et des filons aurifères. C'est de même, dans des couches d'alluvion, que les diamans sont exploités aux Indes-Orientales. Les gemmes se rencontrent aussi, en plusieurs contrées, dans des couches d'alluvion, soit dans le sable de plusieurs rivières, soit au bord de la mer.

On indique encore, comme *alluvion de montagnes*, sous le nom de *granite régénéré*, un gravier quarzeux et feldspathique agglutiné par un ciment ferrugineux. Dans quelques localités du Hartz, au rapport de M. Hausmann, ce *granite régénéré* est traversé par des veinules de silex corné, ou de calcédoine.

Enfin, les pentes des montagnes peu élevées sont quelquefois recouvertes de vastes dépôts de tourbe, que l'humidité des nuages contribue à former, et auxquels on peut reconnoître souvent un accroissement et une *marche* assez analogues à l'accroissement et à la *marche* des glaciers des hautes montagnes. (*V.* GLACIER).

DEUXIÈME SUBDIVISION.

Les sables, les cailloux roulés, les marnes plus ou moins sableuses, les tourbes, les minerais de fer limoneux, forment, dans presque tous les pays, des sols d'attérissement plus ou moins étendus, qui paroissent plus modernes que les précédens, et qui se présentent particulièrement DANS LES PLAINES. Les minéralogistes allemands les distinguent en *terrains marécageux*, *terrains sablonneux*, et *terrains argileux* ou *limoneux*; mais ils comprennent, sous ces différentes dénominations, plusieurs terrains que nous avons rangés dans les formations tertiaires, spécialement les *terrains à lignite*.

Les auteurs de la Géographie minéralogique des environs de Paris distinguent, dans cette contrée, deux positions différentes au *terrain d'alluvion ou d'attérissement*. Dans l'une, et c'est la moins commune, il se rencontre dans des plaines éloignées des vallées actuelles; il paroît alors plus ancien que celui qui se trouve dans ces vallées; il est formé de sable, d'argile, et de marne qui se confond souvent avec le terrain d'eau douce supérieur; il renferme des dents d'éléphans, des têtes de bœufs, d'antilope, de cerfs, etc. Il paroît que c'est à peu près au même terrain, qu'appartiennent tous les ossemens de grands animaux des pays méridionaux qu'on a trouvés, dans les différentes parties de la surface du globe, même dans les contrées les plus froides; sur certains points, ces ossemens sont comme amoncelés en énormes amas. Ce dernier fait porte à penser à une grande débâcle, à une alluvion très-forte, venant de très-loin, et qui, par conséquent, doit être rapportée à notre premier groupe.

Dans l'autre position, le terrain d'alluvion se présente, dans les vallées actuelles, tantôt en plaines étendues, assez élevées au-dessus du lit des rivières, plaines composées de cailloux roulés et de sable renfermant souvent de gros blocs de grès, et descendant vers le lit des rivières, en forme de caps arrondis, qui correspondent presque toujours à un sinus à bords escarpés, sur la rive opposée; tantôt dans le fond des vallées, et formé alors de sable, de limon ou de tourbe. La première espèce se rencontre, en général, dans les grandes vallées, comme celles de la Seine, de la Marne, de l'Oise, etc.; la seconde, dans les vallées des petites rivières.

En Sibérie, M. Patrin a observé que les grandes rivières, telles que l'Ob, l'Irtiche, le Jenissey, etc., ont, aujourd'hui, leur lit encaissé dans des dépôts sablonneux, qui s'élèvent quelquefois jusqu'à 200 mètres de hauteur, au-dessus du niveau des eaux actuelles.

Les terrains d'alluvion de ce genre se trouvent superposés à toute espèce d'autres terrains. Souvent même ils reposent sur ceux que nous avons nommés *alluvions anciennes*, avec lesquelles on ne doit cependant pas les confondre. C'est ainsi qu'on observe, par exemple, de vastes marais à tourbe, et des dépôts de fer limoneux, dans différentes parties de la grande zone d'alluvions anciennes du nord de l'Allemagne.

Les terrains d'alluvion remplissent, en partie, les cavernes des terrains calcaires anciens, et renferment alors des ossemens de quadrupèdes, d'espèces aujourd'hui inconnues. Les tourbières renferment, au contraire, quelquefois des ossemens d'animaux ou des coquillages analogues à ceux qui existent aux environs.

Les sables des terrains d'alluvion des vallées actuelles contiennent quelquefois des *bois silicifiés*, plus souvent des *bois bituminisés*, qui sont presque changés en véritable lignite. Ils renferment aussi des coquilles fluviatiles ou terrestres, dont les analogues vivent encore aujourd'hui.

Les *forêts sous-marines*, observées sur plusieurs parties des côtes de la France et de l'Angleterre, paroissent faire partie d'un terrain à peu près semblable. (*V.* LIGNITE.) On a cité aussi, sur les bords de la Méditerranée, aux environs de Nice, des terrains calcaires qui renferment des coquilles analogues à celles qui existent dans les mers de ces parages, et qui pourroient être regardés comme des *alluvions marines*.

Enfin, les courans d'eau actuels dégradent incessamment les montagnes, et forment continuellement, avec les débris qu'ils entraînent dans leur cours, des alluvions de sable,

d'argile, de tourbe, soit sur les pentes mêmes des collines, soit dans les vallées, soit à leur embouchure; alluvions qui sont, en général, beaucoup moins considérables que toutes celles dont nous venons de parler, mais qui nous montrent la série des formations des terrains comme non interrompue jusqu'à nos jours.

Appendice.

TERRAINS DE TUF.

Cette continuité de la série des formations minérales est bien plus frappante encore dans l'examen des terrains de tuf, que les Allemands nomment *terrains d'alluvion*, *produits par précipitation chimique*, et dans lesquels nous voyons, en effet, des précipitations chimiques et cristallines se former journellement sous nos yeux. Nous ne ferons que citer les TUFS SILICEUX, produits par certaines fontaines bouillantes de l'Islande, comme un phénomène incompréhensible pour notre intelligence, puisque la silice est, pour nous, indissoluble dans l'eau, à toute température; mais ces tufs siliceux ne paroissent pas s'étendre en masses assez considérables, pour être considérés comme formant *un terrain*. Il n'en est pas de même des TUFS CALCAIRES que déposent, dans beaucoup de pays de montagnes, les eaux d'un grand nombre de torrens ou de fontaines, dépôts qui élèvent continuellement le sol sur lequel elles coulent. A Clermont, en Auvergne, une de ces fontaines est célèbre par le *pont naturel* qu'elle a formé sur son cours. Dans les Alpes, beaucoup de fontaines analogues ont tant de fois changé de lit, par suite de leurs dépôts, que les tufs couvrent, aujourd'hui, une largeur de deux à trois mille mètres. De pareils tufs, des incrustations qui sont le résultat d'un phénomène du même genre, se forment, en grande quantité, dans le voisinage des eaux thermales. Dans quelques localités, où ces dépôts ont lieu autour de grains de sable, ils produisent les *pisolithes*.

Les tufs calcaires sont plus ou moins blancs ou colorés, plus ou moins solides, plus ou moins purs, selon la pureté des dissolutions dont ils proviennent. Quelques-uns sont souillés de parties siliceuses et argileuses, ou mélangés d'un grand nombre de débris d'animaux ou de végétaux, semblables à ceux des environs; mélanges qui les empêchent de prendre de la solidité, et leur donnent souvent la texture la plus bizarrement irrégulière. Ailleurs, au contraire, le dépôt est solide, et à texture plus ou moins compacte, ou même cristalline; il prend alors l'apparence du calcaire d'eau douce, quelquefois celle de calcaires plus anciens. Le tuf des environs de Rome, célèbre sous le nom de *travertin*,

dans des degrés très-différens. Quelquefois ces scories r
semblent assez à des laves; elles s'en distinguent cepend
facilement, parce qu'elles sont très-ferrugineuses, ne r
ferment pas les cristaux propres aux laves, ne présent
d'ailleurs aucune uniformité dans leur manière d'être, et
elles ressemblent souvent davantage à des scories de fo

Le Fer argileux bacillaire, remarquable particuli
ment par sa structure, ne peut, dans aucun cas, être co
sidéré comme un *terrain*. On doit seulement le citer com
mélangé quelquefois aux roches précédentes.

Les terrains pseudo-volcaniques sont, en général, as
distinctement stratifiés, et peu dérangés de leur disposit
originelle. Ils constituent quelquefois des portions peu co
sidérables de montagnes peu élevées; plus souvent on
trouve dans les *bassins* que forment fréquemment les terra
houillers. On les a reconnus dans un assez grand nombre
contrées; mais on n'a pas encore bien déterminé si tous
terrains étoient le produit de la combustion de vérita
houille, ou si quelques-uns n'étoient pas dus à une cause a
logue, agissant sur des gîtes de *lignite*.

DEUXIÈME ORDRE.
TERRAINS PRODUITS PAR LES SALSES.

Les Salses, ou petits volcans d'une espèce particuliè
qui ne produisent que de la vase et du gaz hydrogène,
été décrits à l'article Salse. Ils le seront encore à l'arti
Volcan. Nous croyons devoir nous abstenir de répéter
le contenu de ces deux articles; nous rappellerons seulem
que les *coulées* de *vase argileuse* que produisent les sals
forment, en se solidifiant, des terrains très-étendus, ai
que l'ont reconnu Dolomieu, Pallas, Spallanzani,
M. Ménard de Lagroye, et nous ferons remarquer l'esp
de connexion qui semble lier ces terrains avec ceux qui s
le résultat des immenses éruptions boueuses des volcans d
mérique.

TROISIÈME ORDRE.
TERRAINS VOLCANIQUES.

Nous réunissons, sous cette dénomination, les terra
produits par les éruptions connues des *volcans aujourd'*
brûlans, et ceux qui constituent les pays anciennement v
canisés, et qui sont tellement semblables aux premiers, qu'
regarde leur *origine volcanique* comme *incontestable*. Toutes
roches qui forment ces terrains ont pour élémens principa
le pyroxène et le feldspath; on y trouve aussi en abondan
l'amphibole, le fer titané et le péridot granuliforme, qu
quefois l'amphigène, les zéolithes, etc.

Ces substances, diversement réunies, forment les *lav*

lesquelles sont, en général, *à base de pyroxène*, ou *à base de feldspath*.

Les laves sont ou *compactes* et ayant l'apparence de roches primordiales : on les nomme alors LAVES LITHOÏDES; ou BOURSOUFFLÉES, ou SCORIACÉES, très-rarement VITREUSES, dans les volcans brûlans ou incontestables. Souvent aussi les produits des volcans sont pulvérulens : ce sont alors les SABLES OU CENDRES VOLCANIQUES.

Les laves constituent des *coulées*, genre de structure propre aux terrains volcaniques, et que nous avons fait connoître dans l'introduction. Dans chaque coulée considérée relativement à son épaisseur, le milieu est en général formé de lave lithoïde, et les parties voisines des surfaces supérieure et inférieure sont formées de lave boursoufflée et de scorie.

Dans quelques cas, les coulées de lave présentent des escarpemens qui affectent la structure pseudo-régulière *prismatique*. Ce fait, très-commun dans les terrains de l'ordre suivant, est rare dans les terrains de volcans éteints incontestables, et très-rare dans les coulées, de date connue, des volcans brûlans. On cite cependant une coulée du Vésuve, qui a pris cette structure en arrivant à la mer. On en cite de semblables aux îles Ponces et à Ténériff; mais presque tous les faits de ce genre sont plus ou moins contestés.

Les produits pulvérulens, remaniés par les eaux, forment les TUFFAS ou TUFS VOLCANIQUES qui se déposent aux pieds des volcans, en couches étendues.

Les PRODUITS VASEUX immédiats sont très-rares dans les volcans d'Europe. Ils sont, au contraire, très-fréquens, très-abondans dans les volcans d'Amérique, lesquels rejettent souvent d'énormes quantités de masses boueuses et liquides, et même d'eau contenant des poissons en grande abondance. Ces masses boueuses, refroidies et consolidées, ont une texture assez compacte et porphyroïde ; on y reconnoît des cristaux bien conservés ; elles semblent être le produit de la désagrégation, par l'eau et la chaleur, mais sans fusion, d'une roche cristalline. La quantité de poissons est quelquefois si considérable, qu'après leur putréfaction, la masse entière est exploitée comme combustible.

Les terrains volcaniques constituent ordinairement des montagnes coniques, parce que la masse principale de ces montagnes est formée de matières incohérentes qui remplissent les intervalles entre les coulées. Celles-ci se recouvrent en partie les unes les autres. Quelques coulées recouvrent aussi des couches de *tuffa*, lesquelles paroissent avoir été remaniées par les eaux, dans l'intervalle de temps qui a séparé les éruptions.

Les terrains volcaniques sont superposés à tous les autres, même aux terrains d'alluvion ; tout au plus alternent-ils quelquefois avec les alluvions modernes. On les trouve souvent en contact avec ceux des terrains de l'ordre suivant, que nous nommons *terrains basaltiques*. Dans ce cas, les produits des volcans actuellement brûlans sont toujours superposés à ces terrains ; mais il existe quelquefois une liaison intime entre ceux-ci et les produits des volcans éteints incontestables.

Sauf cette légère différence entre les deux espèces de terrains, tous les caractères précédens sont communs aux volcans actuellement brûlans et aux volcans éteints incontestables. Ils se présentent d'une manière aussi frappante dans les derniers que dans les premiers. En Auvergne, on suit les traces de certaines coulées, aussi facilement que sur le Vésuve. Les coulées modernes de l'Auvergne ont souvent suivi les pentes des vallées actuelles qui étoient donc formées lors des éruptions volcaniques ; *elles semblent*, dit M. de Buch, *avoir coulé hier* ; et cependant on a tout lieu de croire que la tradition des volcans, dans ce pays, étoit déjà perdue à l'époque des premiers temps historiques. César, qui décrit avec soin le sol de toutes les contrées où il a campé, ne dit pas un mot qui ait rapport à une semblable tradition.

Les volcans éteints incontestables, ne sont connus que dans un petit nombre de localités. A l'indication de ceux qui ont rendu l'Auvergne célèbre parmi les minéralogistes, nous joindrons seulement l'indication de ceux de l'*Eiffel* (rive gauche de la Moselle et du Rhin). Nous en avons observé plusieurs dans ce pays. Les plus connus sont ceux de Bertrich et des environs d'Andernach.

Nous renverrons, pour plus de détails sur les terrains volcaniques et sur leurs produits, aux mots LAVE et VOLCAN.

QUATRIEME ORDRE.

TERRAINS RÉPUTÉS VOLCANIQUES.

En plaçant ici ces terrains, au sujet desquels les idées des naturalistes sont encore si opposées, et qui ont donné lieu à tant et à de si fameuses controverses, nous ne prétendons nullement émettre une opinion formelle sur leur origine ignée ; nous avouerons même que, pour un grand nombre de localités, la question nous paroît encore complétement indécise ; mais, dans toutes les opinions, leur histoire nous semble essentiellement liée à celle des terrains volcaniques avec lesquels ils offrent des rapports nombreux, des conformités frappantes. Il nous semble d'ailleurs impossible de ranger, comme le font les minéralogistes allemands, des *terrains* formés de roches éminemment dures et cristallines.

au milieu des formations tertiaires les plus nouvelles, ou même des formations d'alluvion. Nous avons vu, à la vérité, des terrains cristallins alterner avec des terrains de transport, dans les premières époques postérieures à l'apparition des êtres organisés; mais le rôle que les premiers jouoient, dans la masse générale des formations minérales, est devenu alors de moins en moins important: ce rôle a entièrement cessé aux époques du *terrain houiller* et du *grès rouge ancien*, et depuis lors, nous n'avons plus observé de roches cristallines. Les filons seuls nous offrent, dans les époques postérieures, des substances cristallisées; mais le pyroxène, le feldspath, l'amphibole, le péridote et les autres substances qui entrent dans la composition des terrains basaltiques, ne se présentent nulle part, si ce n'est dans les roches arénacées. En même temps, l'abondance des êtres organisés se fait reconnoître, par des débris de plus en plus nombreux, et il peut paroître impossible de concevoir qu'après de longues périodes, manifestées uniquement par de semblables productions, après les époques dans lesquelles les eaux n'agissoient plus que mécaniquement, partiellement et à un niveau peu élevé, pour dégrader les terrains anciens, et en accumuler les débris, en couches d'alluvion, dans les plaines et dans les vallées; ces mêmes eaux aient recommencé, sur toute la surface du globe, à dissoudre et à précipiter, avec une grande abondance, les substances minérales les plus dures, et à produire des formations générales de terrains cristallins, à des hauteurs beaucoup plus considérables que celles des terrains précédemment formés.

Ces considérations doivent porter à attribuer la formation des terrains basaltiques à des causes tout-à-fait différentes de celles qui ont produit les terrains plus anciens. Leur ressemblance et leurs rapports intimes, dans certaines localités, avec des terrains où l'on reconnoît l'empreinte évidente d'une formation volcanique, peuvent porter à attribuer également aux volcans leur production; mais nous ne voulons point ici discuter cette question: nous nous abstiendrons, comme nous l'avons fait jusqu'à présent, de toute idée théorique ou systématique, et nous prétendons seulement justifier, par les réflexions précédentes, l'ordre que nous avons cru devoir suivre dans l'exposition de l'histoire de ces terrains, lesquels se trouvent d'ailleurs, par suite de ces motifs, placés à la fin de notre aperçu général de la composition de l'écorce solide du globe, comme un objet encore indéterminé, ou comme une sorte d'appendice énigmatique

dont l'étude et la détermination précise peuvent particulièrement intéresser les naturalistes.

Nous subdiviserons l'ordre des terrains, réputés volcaniques, en deux genres que nous désignerons sous les noms de *terrains basaltiques* et *terrains trachytiques*, parce que le basalte, pour les uns, et le trachyte pour les autres, peuvent être regardés comme roches caractéristiques et prédominantes.

Premier Genre. — TERRAINS BASALTIQUES.

Nous réunissons, sous ce nom, la plus grande partie des membres de la *formation de trapp secondaire* des auteurs allemands. Le BASALTE, et le BASANITE ou roche porphyroïde à base de basalte, en forment la masse principale ; on y observe aussi la VAKE et le VAKITE ou roche à base de vake, le DOLÉRITE, une espèce de SPILLITE ou AMYGDALOÏDE à base de basalte, la roche nommée GRAUSTEIN par Werner, de couleur grise, à tissu lâche, à cassure un peu terreuse, renfermant des cristaux de feldspath, et fusible en émail blanc ; enfin un PÉTROSILEX FEUILLETÉ ou PHONOLITE (*klingstein* des Allemands) et un EURITE PORPHYROÏDE, ayant le pétrosilex feuilleté pour base (*porphyrschiefer*). On connoît aussi des *tufs* basaltiques, analogues aux *tuffas* volcaniques. Quelques minéralogistes allemands regardent encore comme appartenant aux terrains basaltiques, un GRÈS très-dur, à grain fin, à ciment quarzeux, et ordinairement rougeâtre, qu'on trouve souvent en contact avec eux. M. Hausmann le nomme *trapp sandstein*. Il est stratifié en couches horizontales, superposé au grès bigarré, et recouvert par le basalte. Mais ce grès doit probablement être réuni au grès blanc (*quadersandstein*).

Le basanite renferme fréquemment de nombreux cristaux de pyroxène, et le basalte paroît souvent n'être qu'un *dolérite* compacte, dans lequel les deux substances composantes (pyroxène et feldspath) sont comme fondues l'une dans l'autre. Il renferme souvent aussi des cristaux d'amphibole et des cristaux ou des rognons arrondis de péridot, quelquefois des rognons ou géodes de quarz ou de zéolithe ; quelquefois enfin des cavités remplies d'eau. On a cité des pétrifications dans le basalte ; mais il paroît que ces indications ne sont pas exactes, ou qu'elles se rapportent à des fragmens de calcaire coquiller qui ont été trouvés empâtés dans certaines masses basaltiques.

Les terrains basaltiques ne forment ordinairement point de coulées, mais de véritables *couches* parallèles entre elles. Souvent la vake forme les couches inférieures, et lorsque le *tout* repose sur des terrains tertiaires ou d'alluvion, ainsi que cela se présente fréquemment en Allemagne, la vake semble

former le passage des couches argileuses, avec lesquelles elle est en contact, au basalte qui la recouvre. Le basalte et le basanite forment la masse principale et souvent totale du terrain au-dessus de la vake ; souvent ils sont recouverts par le dolérite, ailleurs par le pétrosilex feuilleté ou l'eurite porphyroïde. Quelquefois des spillites basaltiques (*basaltischer mandelstein*) sont situés au-dessous du basalte ; mais souvent alors les amandes ou noyaux de ces roches n'existent pas, et les cellules sont vides, comme dans les laves boursoufflées qui se trouvent à la partie inférieure des coulées. Très-rarement, on observe de semblables basaltes celluleux à la partie supérieure des couches de basalte, dans les pays où les terrains basaltiques ne sont pas associés avec des terrains évidemment volcaniques. Très-rarement aussi on y voit, dans le même cas, des enfoncemens qu'on puisse raisonnablement supposer avoir été des cratères.

Le basalte présente très-fréquemment la structure pseudo-régulière *prismatique* ; souvent aussi il se présente en *boules*. Quelquefois des colonnes basaltiques sont formées de boules placées l'une sur l'autre, et qui semblent être le produit de l'altération des portions d'anciennes colonnes prismatiques. Ce fait est remarquable par exemple, à Bertrich, non loin de Trèves. La réunion d'un grand nombre de prismes de basalte constitue ce qu'on nomme une *chaussée basaltique*. Le *Pavé des Geants*, en Irlande, la *grotte de Fingal*, dans les îles Hébrides, sont particulièrement célèbres.

Les terrains basaltiques se présentent, dans un grand nombre de localités, sans aucune association qui porte l'empreinte du feu, et superposés à toute espèce de terrains primordiaux ou secondaires, même à des terrains de lignite. Ce dernier fait est assez fréquent ; le Meisner, en Hesse, en offre un exemple bien connu. Une couche d'argile, assez mince, y sépare seule la couche épaisse de lignite de l'énorme plateau basaltique qui la recouvre. Il est à remarquer que les parties supérieures de ce gîte de combustibles renferment de l'anthracite, et même, dit-on, de véritable houille bitumineuse, tandis que les parties inférieures sont formées de lignite terreux et fibreux. Le sommet du plateau est formé par une couche de dolérite.

Les plateaux basaltiques présentent quelquefois beaucoup de ressemblance, dans leur disposition, avec les plateaux porphyriques des montagnes primordiales. Comme ceux-ci, ils ne montrent souvent de rochers escarpés que sur une face de la montagne, et de l'autre côté la pente est beaucoup plus douce. On doit remarquer, de plus, que les relations de gisement du basalte avec le dolérite sont celles que présen-

tent ordinairement le porphyre avec la syénite, quand ils constituent ensemble des sommités, comme en Norwége. Le phonolithe et l'eurite porphyroïde forment souvent, en Bohème, au sommet des montagnes basaltiques, des crêtes hérissées de rochers bizarrement découpés.

Les terrains basaltiques se présentent toujours en gisement *transgressif*, quand le terrain inférieur n'est pas en couches horizontales. Ils constituent, dans toutes les circonstances que nous venons d'indiquer, ou des plateaux isolés au sommet de montagnes souvent éloignées les unes des autres, ou des montagnes entières, ordinairement coniques et isolées par leur base, quelquefois liées entre elles. On peut reconnoître souvent la continuité des mêmes couches, sur les différentes sommités basaltiques.

Quelquefois le basalte et la vake sont déposés en *gisement concave*, sur des terrains anciens. Plus souvent le terrain basaltique se présente en gîtes d'une espèce particulière, qui traversent à peu près verticalement des terrains de toute classe, et pénètrent dans la profondeur. Dans certaines localités, le basalte s'enfonce ainsi, dans le milieu d'une montagne dont il constitue le sommet. Ce gisement, remarquable dans les montagnes de *Blauckuppe*, *Stofels-Kuppe*, *Pflasterkaute*, *Steinsburg* et autres, en Hesse et en Thuringe, est accompagné de caractères qui font naître l'idée que la masse basaltique a percé de bas en haut les terrains de grès qu'elle traverse, dans un état de liquidité ignée. Ailleurs, le basalte forme de puissans *filons* à travers des terrains de diverse nature, filons qui se prolongent très-loin dans la même direction. On connoît de nombreux exemples de ce fait, particulièrement en Angleterre, en Ecosse et en Irlande, où ces filons de basalte sont désignés sous le nom de *dykes*. Quand ils traversent des terrains houillers, on observe souvent que dans le voisinage du *dyke*, la houille est comme carbonisée et réduite en *coak*. La vake et le vakite constituent aussi, dans plusieurs pays, des amas transversaux, ou de nombreux filons, quelquefois associés à des filons métalliques. (*V.* FILON.)

Dans beaucoup de volcans, aujourd'hui brûlans, le basalte semble constituer la partie inférieure ou la base de la montagne. Ce gisement est particulièrement remarquable à l'Etna.

Enfin, dans quelques pays de volcans éteints incontestables, les terrains basaltiques les plus caractérisés semblent liés intimement aux coulées volcaniques les plus évidentes: ce fait a été surtout observé en Auvergne. Ajoutons ici qu'une roche, reconnue par Werner lui-même pour un véritable *graustein*, fait partie d'une coulée de lave sortie du Vésuve, en 1631. Mais, nous le répétons, dans beaucoup d'autres

localités, il n'existe rien de semblable : les terrains basaltiques sont seuls, disposés au milieu de contrées où l'on ne peut reconnoître aucune trace d'anciens volcans, et ils ne présentent eux-mêmes aucun indice d'une origine ignée. On assure même que dans le Vicentin, ainsi que près de la *Chaussée des Géants* en Irlande, à Bockau en Bohème, et ailleurs, des couches de basalte bien caractérisées, alternent avec des couches de calcaire coquiller. Ce fait, affirmé par des observateurs dignes de foi, est, cependant, révoqué en doute par beaucoup d'autres géologues. Nous devons rappeler ici que M. Omalius-d'Halloy indique, sur la rive gauche du Rhin, dans l'Eiffel, une formation basaltique comme recouverte par les terrains schisteux intermédiaires. Nous avons fait, dans le même pays, quelques observations qui tendroient à confirmer cette idée, mais qui ne sont rien moins que positives. Beaucoup d'autres observations, au contraire, nous ont présenté le basalte constamment au-dessus des phyllades. Mais à *Schwartzerbach*, en Hesse, sur la route de Cassel à Riegelsdorf, nous avons vu le basalte placé au-dessous d'un grès rougeâtre qui est peut-être le *trapp sandstein* de M. Hausmann.

Il résulte de ces faits que, quelle que soit l'origine que l'on suppose au basalte, il faut en admettre plusieurs formations qui doivent avoir eu lieu à des époques très-distinctes, à moins que l'on ne pense que tous les terrains basaltiques, situés au-dessous d'autres terrains, ont été produits par l'effet d'un soulèvement intérieur, tandis que ceux qui sont au-dessus des terrains les plus modernes, ont coulé à la surface du sol.

Nous renverrons aux articles Basalte et Lave du Dictionnaire, pour plus de détails sur ce terrain, ainsi que sur les différens motifs qui ont été donnés, par les *volcanistes* et les *neptunistes*, à l'appui des opinions sur son origine ignée ou aqueuse.

Deuxième Genre. — Terrains trachytiques.

Les terrains de ce genre ont été indiqués, depuis peu, sous le nom de *trapp porphyr* (porphyre trappéen) par plusieurs minéralogistes allemands, entre autres par MM. de Humboldt et de Buch. Les minéralogistes français les connoissoient depuis long-temps, en Auvergne et dans le Vivarais, sans les avoir désignés sous aucune dénomination qui fût généralement adoptée. M. Desmarest les nommoit *granites chauffés en place*. M. Brongniart en a décrit les roches principales sous le nom de Trachyte et de Domite (*V.* Roche). Ils sont généralement formés de Masses porphyroïdes

à cristaux abondans de FELDSPATH VITREUX, à pâte plus ou moins rude, plus ou moins terreuse, renfermant des parties disséminées de pyroxène, de titane sphène, de fer oligiste, de mica, d'amphibole, de quarz et de péridot, renfermant aussi quelquefois des fragmens scorifiés, arrondis ou anguleux. Le plus souvent, on n'y reconnoît pas de stratification déterminée ; quelquefois, cependant, on y observe des couches. Ils contiennent alors des bancs subordonnés de RÉTINITE (*pechstein*), de ROCHES PORPHYROÏDES à base de rétinite et d'OBSIDIENNE VITREUSE ou PERLÉE. On y trouve aussi des EURITES PORPHYROÏDES et des PÉTROSILEX FEUILLETÉS ou PHONOLITES, enfin des PONCES et des SCORIES FELDSPATHIQUES, ainsi que toutes les nuances de passage du feldspath aux ponces. Souvent, dans une même couche, on observe le passage des roches vitreuses aux roches lithoïdes ou même terreuses; car le trachyte et le domite passent fréquemment à l'ARGILOPHYRE et à l'ARGILOLITE ; ils passent aussi au *graustein* de Werner, dont nous avons parlé tout à l'heure.

Le tout forme ordinairement des montagnes arrondies, ou des espèces de *dômes*, plus rarement des montagnes à sommets escarpés. En général, les cimes voisines l'une de l'autre ne présentent que peu ou point de rapports entre elles. On n'y voit pas non plus les couches qu'on observe dans le basalte.

Les relations de gisement de ces terrains avec les autres sont ordinairement presque impossibles à observer. Ils sont souvent en contact avec des terrains basaltiques ; mais ce n'est guère que dans quelques localités d'Auvergne, particulièrement autour du Mont-Dor, qu'on a pu reconnoître que le basalte étoit certainement superposé au trachyte. On a indiqué aussi, dans cette contrée, une couche de basalte subordonnée au terrain trachytique. Quelquefois, dans le Cantal, on voit, entre deux, des couches de poudingues qui renferment de nombreux galets de trachyte. Un poudingue semblable se présente aussi, en couches, dans le trachyte même ; mais on n'a encore fait aucune observation précise qui puisse faire connoître à quel terrain le trachyte est superposé.

La masse principale de presque toutes les montagnes volcaniques de l'Amérique est formée de terrains trachytiques. Des roches porphyroïdes, des ponces, des obsidiennes, des rétinites semblables à celles de ces terrains, se retrouvent dans les produits de certains volcans actuellement brûlans, tels que l'Etna, l'Héflckla, Ténériffe, etc. Ailleurs, comme en Auvergne, on observe une connexion intime entre les

terrains de trachyte et des terrains basaltiques qui paroissent, eux-mêmes, évidemment produits par les volcans.

Tous ces motifs, et surtout beaucoup d'analogies indiquées par les observations locales, ont porté le plus grand nombre des minéralogistes à ranger les terrains de trachyte parmi les formations volcaniques; cependant, personne ne pense que ces terrains aient coulé comme *laves;* les uns attribuent leur existence à un soulèvement opéré, de l'intérieur de la terre, par l'action des volcans; d'autres croient que ce sont d'anciennes montagnes granitiques ou porphyriques, chauffées en place par les feux volcaniques, ou altérées par les vapeurs que ces feux produisoient; mais aucune de ces hypothèses ne peut soutenir l'examen d'une observation impartiale et éclairée, et l'on est contraint d'avouer que le mode d'action des volcans sur ces terrains est encore entièrement indéterminé.

Un autre genre de difficultés doit nécessairement arrêter tout esprit sage qui seroit tenté de chercher à expliquer l'existence des terrains de trachyte, par le développement d'une hypothèse quelconque fondée sur l'action des volcans; c'est l'étendue des conséquences qu'on pourroit tirer de cette explication, relativement à d'autres terrains regardés jusqu'à présent comme d'un ordre bien différent. Sans doute, dans certaines localités, les trachytes et les domites paroissent porter l'empreinte évidente de l'action du feu; mais des terrains semblables se retrouvent aussi dans des localités où l'action des volcans n'a jamais été soupçonnée.

Ainsi, Saussure a reconnu, à Valorsine, une roche porphyrique entièrement analogue à celle qui compose la montagne du Puy-de-Dôme (§ 728 et 729). Les terrains de trachyte renferment souvent, d'ailleurs, des *eurites porphyroïdes* qui paroissent parfaitement identiques à ceux des plus anciennes formations feldspathiques primordiales. Tels sont, par exemple, les eurites porphyroïdes des monts Euganéens, comparés à ceux qui forment des bancs subordonnés, dans les terrains de gneiss de Freyberg en Saxe. Les montagnes métallifères de la Hongrie sont formées en partie, au rapport de M. Esmarck, de terrains entièrement semblables aux terrains trachytiques. Au Mexique, M. de Humboldt a indiqué des filons de minerai de mercure et des filons de minerai d'argent, dans des porphyres de même nature. Si tous ces porphyres sont le produit du feu, il faut donc croire à l'existence des volcans antérieurs aux grands phénomènes aqueux qui ont rempli les filons, et contemporains des formations cristallines les plus anciennes. Ici se représentent, en outre, naturellement à l'esprit, les rapprochemens que nous avons eu

occasion de faire, plusieurs fois, dans le cours de cet article, entre certains terrains syénitiques et porphyriques, et les terrains de basalte; et l'on se rappelle que la formation principale de porphyre et de syénite comprend aussi quelquefois un *terrain de granite* tout-à-fait semblable, par sa nature, à celui qui constitue la plus ancienne formation primordiale............ C'est ainsi que tout se lie et s'enchevêtre, dans l'histoire géognostique des terrains. Nous avons vu, pour chaque nature de roches, les passages les plus insensibles des terrains des différentes classes entre elles; nous avons vu, dans chaque classe, des passages semblables entre les terrains de nature diverse, et même entre ceux qui nous semblent être les résultats de genres de phénomènes entièrement différens. Nous apercevons maintenant des rapports extraordinaires entre les formations regardées comme les plus anciens résultats de précipitation dans un liquide, et celles dont on attribue l'existence à des éruptions volcaniques postérieures à presque tous les dépôts aqueux. Cette liaison entre des produits d'époques si éloignées, cette ressemblance entre des objets dont la dissemblance sembleroit devoir être si grande, tout nous fait voir une constance et un enchaînement également admirables, dans les lois que l'auteur des choses a données à la nature; mais tout nous fait voir, en même temps, la vanité des systèmes avec lesquels nous prétendrions déterminer et expliquer ces lois, lorsque nous commençons à peine à connoître une petite partie de leurs effets. (BD.)

TERRAINS D'ALLUVION OU D'ATÉRRISSEMENT. Terrains formés de sables, limons, galets, et autres matières de transport; mais, en outre, superposés à tous les autres terrains, et ayant plus ou moins d'analogie avec les alluvions que les courans d'eau actuels déposent journellement sur leurs bords. Ils constituent la cinquième classe, dans notre division des terrains.

TERRAINS AMPHIBOLIQUES. Terrains formés de roches où l'amphibole domine. Ils constituent une série, non interrompue, dans les classes *primordiale* et *intermédiaire*, ainsi que dans le premier groupe de la classe *secondaire*.

TERRAINS ANORGANIQUES. On a proposé de nommer ainsi les terrains qui ne renferment aucuns débris de corps organisés, et que nous avons classés sous le nom de *terrains primordiaux*.

TERRAINS ARGILEUX. Terrains de roches argileuses. Ils forment, dans les classes secondaires, tertiaire et d'alluvion,

la suite de notre *série schisteuse.* Les minéralogistes allemands désignent sous le nom de *terrain argileux* ou *terrain limoneux*, une des trois subdivisions de leurs *terrains d'alluvion de plaines.*

TERRAINS D'ATTÉRISSEMENT. *Voy.* TERRAIN D'ALLUVION.

TERRAINS BASALTIQUES. Terrains dans lesquels dominent les basaltes et les dolérites. Ils sont regardés par les uns comme un produit des volcans, et par les autres comme de formation aqueuse. Nous en avons formé le premier genre du second ordre de notre sixième classe. *V.* TERRAIN, BASALTE, LAVE et VOLCAN.

TERRAINS CALCAIRES. Terrains composés de roches calcaires. Ils forment une série qui traverse toutes les classes, et nous savons qu'ils continuent encore à se produire, tant sur le continent, par les tufs que déposent beaucoup d'eaux courantes, que dans la mer, par la transsudation d'une foule d'animaux marins.

TERRAINS CHARBONNEUX. Terrains formés de roches, dans lesquelles le carbone est principe dominant. On en connoît des indices dans la première classe, et ils forment une *série* non interrompue dans les quatre classes suivantes.

TERRAINS CLASTIQUES ou CLASTOÏDES. *V.* TERRAINS DE TRANSPORT.

TERRAINS DE COLLINES. Quelques personnes ont indiqué, sous ce nom, une classe de terrains placés entre les *terrains de montagnes* et les *terrains de plaines.*

TERRAINS COMPOSÉS. On a proposé de nommer ainsi les terrains secondaires, comme réunissant, dans une même *formation*, un plus grand nombre de roches différentes que les terrains plus anciens. Cette dénomination et le principe sur lequel elle est fondée, nous paroissent également inexacts.

TERRAINS A COUCHES (*Flœtz gebirge*). Ancienne désignation adoptée par les mineurs, pour les terrains secondaires dans lesquels les gîtes de minerais utiles sont, le plus souvent, disposés en *couches* ou *bancs.* Cette dénomination est conservée par les géologues allemands.

TERRAINS CRISTALLINS. Terrains formés de roches cristallines. Ils constituent presque toute la classe primordiale; ils abondent encore dans la classe intermédiare, et on en retrouve dans le premier groupe de la classe secondaire; ils se représentent seulement ensuite dans la classe des terrains pyrogènes.

TERRAINS D'EAU DOUCE. Terrains qui renferment des fossiles appartenant à des genres dont les espèces, aujourd'hui existantes, vivent dans les eaux non salées; ce qui fait croire que ces terrains ont été déposés dans des lacs d'eau douce.

TERRAINS ENZOÏQUES. On a proposé de nommer ainsi les terrains secondaires et tertiaires, dans lesquels les débris d'animaux se rencontrent en grande quantité.

TERRAINS FELDSPATHIQUES. Terrains formés de roches où le feldspath prédomine. Ils constituent une *série* qui se prolonge à travers les classes primordiale, intermédiaire, et le premier groupe des terrains secondaires; puis ils se fondent dans la *série schisteuse* ou *argileuse*. On en retrouve dans la classe des terrains pyrogènes.

TERRAINS FERRUGINEUX, formés de roches très-ferrugineuses. Il seroit peut-être convenable de réunir tous ces terrains dans une *série* particulière, qu'on retrouveroit dans toutes les classes.

TERRAINS A FILONS (*Ganggebirge*). Nom donné anciennement, par les mineurs, à l'ensemble des terrains primordiaux et intermédiaires, dans lequel les gîtes de minerais utiles se présentent souvent en *filons*.

TERRAINS GRANITIQUES. On étendoit autrefois cette dénomination à tous les terrains formés de roches cristallines granitoïdes; on la restreint aujourd'hui à ceux qui sont formés de véritables granites. Ils constituent une formation que nous avons régardée comme la souche des séries *micacée*, *feldspathique* et *quarzeuse*, et on les retrouve, subordonnés à plusieurs formations de ces trois séries, dans les classes primordiale et intermédiaire.

TERRAINS GYPSEUX. Terrains dans lesquels les roches gypseuses dominent. Ils constituent une *série* dans les classes *intermédiaire*, *secondaire* et *tertiaire*.

TERRAINS HOUILLERS. Terrains qui renferment des couches de houille. On donne plus particulièrement le nom de *terrain houiller* aux plus anciennes formations houillères, dans lesquelles la houille est accompagnée de phyllades pailletés impressionnés, et de psammite micacé connu sous le nom de *grès des houillères*. *V*. HOUILLE et TERRAIN.

TERRAINS INTERMÉDIAIRES ou de TRANSITION (*übergangsgebirge*). Terrains formés de couches dont les unes présentent les caractères des terrains primordiaux, et les autres, ceux des terrains secondaires. Ils constituent notre seconde classe.

TERRAIN LIMONEUX. (*Laimland*). Subdivision établie par

les minéralogistes allemands, dans la classe des terrains d'alluvion. *V.* TERRAINS ARGILEUX.

TERRAINS MAGNÉSIENS. *V.* TERRAINS TALQUEUX.

TERRAINS MARÉCAGEUX (*moorland*). Nom donné, par les minéralogistes allemands, à une des subdivisions qu'ils établissent dans la classe des terrains d'alluvion.

TERRAINS MARINS. Terrains que l'on suppose avoir été déposés sous des eaux analogues à celles de la mer. On s'appuie principalement, dans cette hypothèse, sur la nature des fossiles que ces terrains renferment, et qui appartiennent à des genres dont les espèces, aujourd'hui existantes, vivent dans l'eau salée.

TERRAINS MARNEUX. Terrains formés de couches de marne. Ils constituent, dans les classes secondaire et tertiaire, des passages entre les séries calcaire et argileuse.

TERRAINS MEUBLES. Terrains formés de roches ébouleuses ou entièrement désagrégées. On donne plus particulièrement le nom de *terrain meuble* aux terrains d'alluvion ou d'atterissement les plus modernes.

TERRAINS MICACÉS. Terrains formés de roches où le mica est substance prédominante. Ils constituent la *série* la plus universellement répandue dans les deux premières classes, série à laquelle plusieurs autres semblent se réunir dans les classes suivantes.

TERRAINS DE MONTAGNES. D'après une ancienne division proposée pour les terrains, les *terrains de montagnes* constituoient la première classe. Cette classification est souvent en rapport avec la nature du terrain, parce que les terrains les plus anciens sont ordinairement les plus montagneux ; mais il y a de trop fréquentes exceptions à cette règle, pour qu'on puisse la regarder comme généralement applicable.

TERRAINS OOLITHIQUES. Terrains dans lesquels l'oolithe est abondant. Ils appartiennent, en général, à des formations placées vers la limite des deux groupes de la classe des terrains secondaires.

TERRAINS PARISIENS. On désigne, sous ce nom, les terrains analogues à ceux qui constituent le sol des environs de Paris. *V.* TERRAINS TERTIAIRES.

TERRAINS PÉTROSILICEUX. Terrains dans lesquels dominent les roches à base de pétrosilex ou de feldspath compacte. *V.* TERRAINS FELDSPATHIQUES.

TERRAINS DE PLAINES. On désignoit sous ce nom la troisième classe des terrains, dans la division en *montagnes*, *collines* et *plaines*. Les plaines sont souvent formées de terrains d'alluvion ou de terrains tertiaires, mais quelquefois aussi des

terrains les plus anciens. Dans l'Amérique méridionale, aux approches de l'équateur et sous la ligne, le granite constitue le sol de plaines immenses.

Terrains porphyriques. Terrains dans lesquels le porphyre ou les roches porphyroïdes sont abondans. Ils se présentent dans les classes *primordiale*, *intermédiaire*, dans le premier groupe de la classe *secondaire*, et dans la classe des terrains *pyrogènes*.

Terrains primordiaux, primitifs, ou primaires (*Urgebirge*). Terrains dans lesquels on n'a encore observé aucune roche renfermant des galets ou des fossiles : ils sont situés au-dessous de tous les autres terrains, et constituent notre première classe.

Terrains protorganiques. On a proposé ce nom pour les terrains qui renferment peu de débris de corps organisés. Cette classe comprendroit la plus grande partie de la classe *intermédiaire*, et du premier groupe de la classe *secondaire*.

Terrains pseudo-volcaniques. Terrains produits ou altérés par la combustion tranquille des couches de combustibles minéraux. Ils constituent le premier ordre de notre sixième classe.

Terrains pyrogènes. Terrains qui ont ou qui paroissent avoir éprouvé l'action des feux souterrains, et que l'on suppose avoir été produits ou fortement modifiés par cette action. Ce nom a été proposé par M. Brongniart; nous l'avons adopté pour désignation de la sixième classe des terrains.

Terrains quarzeux. Terrains formés de roches à base de quarz. Ils constituent une *série*, dont on trouve des membres dans les cinq premières classes.

Terrains sableux. Terrains formés, en tout ou en partie, de sable désagrégé ; ils appartiennent à la *série quarzeuse*, et aux classes *secondaire*, *tertiaire* et d'*alluvion*. Dans cette dernière classe, ils constituent, sous le nom de *Sandland*, une des subdivisions établies par les minéralogistes allemands.

Terrains salins ou salifères. Terrains qui renferment des gîtes de sel gemme, ou des sources salées. Ils forment, dans les classes intermédiaires et secondaires, une *série* ordinairement liée à la série gypseuse. On les retrouve associés aux sables de grandes contrées d'alluvion.

Terrains secondaires. On a long-temps désigné, sous cette dénomination générale, tous les terrains qui renfermoient des fragmens de terrains plus anciens, ou des débris de corps organisés. Mais cet ensemble est maintenant divisé en plusieurs classes. La classe à laquelle on a conservé le

nom de *secondaire*, est la troisième dans l'ordre que nous avons adopté.

Terrains schisteux. La véritable signification de ce nom, est celle de *terrains formés de roches à base de schiste*; mais on étend cette signification à tous les terrains formés de roches feuilletées. Werner l'a étendue encore davantage, en comprenant, sous le nom de *série des formations schisteuses*, le granite, tous les terrains micacés, talqueux, quarzeux, et une grande partie des terrains feldspathiques. Nous avons subdivisé cette *série* d'après la nature des terrains, et nous désignons seulement, sous le nom de *série schisteuse*, la réunion, à partir de la classe intermédiaire, des séries *micacée* et *talqueuse*, ensemble dans lequel vient encore comme se fondre, dans les classes suivantes, une partie des terrains de transport des autres séries.

Terrains de sédiment. Terrains formés par des roches qui ne paroissent pas avoir été *dissoutes*, mais seulement *suspendues* dans un liquide, avant leur dépôt. On avoit proposé ce nom pour désigner la classe des *terrains secondaires*; mais on rencontre déjà des terrains de sédiment dans les dernières formations réputées primordiales. On en rencontre plus abondamment dans la classe suivante, ainsi que dans le premier groupe de la classe secondaire, où ils alternent encore avec des terrains cristallins, et déjà avec des terrains de transport. Dans le second groupe de cette classe, et dans la classe tertiaire, ils n'alternent plus qu'avec des terrains de transport, et passent souvent à ceux-ci par des nuances insensibles. Enfin, on n'en trouve plus dans la cinquième classe.

Terrains simples. On a voulu désigner, sous ce nom, les *terrains primordiaux*, parce que l'on prétendoit que chaque formation étoit beaucoup moins *composée* dans cette classe, que dans les classes moins anciennes. Mais cette assertion nous paroît trop peu exacte pour que la dénomination puisse être adoptée.

Terrains stériles (*Taube gebirge*). Nom sous lequel les mineurs allemands désignoient, dans leur ancienne classification, le granite, le porphyre, et autres terrains, dans lesquels ils croyoient qu'on ne trouvoit ni *couches*, ni *filons* de minerais utiles. Mais bientôt on a reconnu que les terrains *stériles*, dans une contrée, étoient *productifs* dans une autre, et l'expression a été abandonnée.

Terrains stratiformes (*Flœtzgebirge*). *V*. Terrains a couches.

Terrains syénitiques. Terrains formés par la roche nom-

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.









